

Université de Montréal

**Effets du vieillissement et d'une lésion cérébrale gauche
sur la compréhension de textes**

par

Sophie Chesneau

Département de sciences biomédicales

Faculté de médecine

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Philosophae Doctor (PhD)
en Sciences Biomédicales
Option Orthophonie

Mai, 2007

© Sophie Chesneau, 2007



W
4
U58
2007
v.117

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

**Effets du vieillissement et d'une lésion cérébrale gauche sur la
compréhension de textes**

présentée par :

Sophie Chesneau

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Yves Joanette, président-rapporteur

Bernadette Ska, directeur de recherche

Sven Joubert, membre du jury

Jean-Luc Nespoulous, examinateur externe

Gonia Jarema, représentant du doyen de la FES

Résumé

La compréhension de textes renvoie à une situation complexe qui peut s'analyser aussi bien d'un point de vue linguistique que cognitif.

L'objectif général de cette thèse était d'analyser la compréhension de textes de participants âgés et de participants cérébrolésés gauches en s'appuyant sur un modèle théorique de compréhension de discours (Kintsch, 1988). Plus spécifiquement, il s'agissait d'une part d'identifier les niveaux de représentation de la compréhension de textes dont le traitement pouvait être modifié au cours du vieillissement et après la survenue d'une lésion cérébrale gauche. D'autre part, il s'agissait d'identifier les fonctions cognitives qui pouvaient être responsables de ces modifications. Parallèlement nous avons recherché chez les participants âgés et cérébrolésés la mise en place éventuelle de stratégies de compensation dans la compréhension de textes.

Une première étude a permis l'élaboration et la validation d'une partie du protocole qui allait être utilisé dans les études suivantes. Un matériel constitué de 3 séries de 3 textes équivalents et de 9 questionnaires a été élaboré et soumis à 85 participants. Les textes ont été construits de façon à mettre en relief des faiblesses dans le traitement de la compréhension au niveau de la base de texte et de la mise à jour du modèle de situation en contrôlant les caractéristiques des textes. Une seconde étude utilisant ce protocole a documenté les modifications observées dans le traitement des niveaux de représentation de la compréhension de textes chez les personnes âgées. Une analyse des mouvements oculaires enregistrés par un *Eyetracker* (Cambridge Research) durant la lecture a été conduite pour observer les moments de traitement de la lecture et mettre en évidence des stratégies de lecture. De plus, des tâches neuropsychologiques complémentaires ont été administrées pour évaluer certaines fonctions cognitives. Les résultats ont mis en évidence l'influence des caractéristiques des textes sur la compréhension sans que l'adaptation par des stratégies de compensation n'ait pu être montrée. Ces travaux

ont permis de mieux appréhender les effets du vieillissement sur la compréhension et d'établir des données de référence pour mieux évaluer les effets d'une pathologie.

Les troisième et quatrième études se sont intéressées à la compréhension de textes de 6 participants cérébrolésés se plaignant de difficultés en compréhension de textes sans que ce déficit n'ait pu être mis en évidence par les bilans d'aphasie utilisés classiquement en clinique. Cette plainte a pu être objectivée par l'identification de faiblesses dans le traitement de certains niveaux de représentation de la compréhension de textes, associées à la présence de déficits cognitifs non-linguistiques et par la mise en évidence de mouvements des yeux anormaux durant la lecture des textes.

Ces résultats ont une implication clinique concernant la prise en charge cognitive de la compréhension de textes après une lésion gauche. L'ensemble de ces travaux souligne l'importance de l'utilisation de plusieurs textes pour évaluer la compréhension de textes et montre la nécessité de considérer cliniquement le fonctionnement cognitif comme un tout particulièrement lors de la réalisation de tâches cognitives complexes.

Mots-clés : compréhension de textes, vieillissement, lésion cérébrale gauche, cognition, modèle de discours, mouvement des yeux, stratégies

Abstract

Text comprehension entails a complex interaction between cognitive and linguistic factors.

The general objective of this thesis was to analyze text comprehension in older participants and in left-brain-damaged participants within the framework of a cognitive-linguistic model of discourse processing that allows for the description of measures reflecting various levels of representation (Kintsch, 1988). More specifically, we wanted to identify the levels of representation of text comprehension that may be modified in aging and/or after a left brain lesion. We also wanted to identify the cognitive function that could be responsible for these modifications. At the same time, we explored in elderly and brain-damaged participants the possible presence of compensation strategies in text comprehension. The first study allowed us to construct and validate the tasks that would be used in the following studies. Three series of three equivalent texts and nine questionnaires were developed and administered to 85 participants. The texts were constructed to highlight the features of text comprehension within each of the different levels of text representation. A second study using this protocol documented the modifications observed in the processing of the representation levels of text comprehension in aging. Eyetracking analyses were done during reading to permit inferences about reading processing and detect comprehension strategies. Specific complementary tasks were administered to evaluate memory and executive functions. The results indicated that aging influences the processing of levels of text representation depending on text characteristics and particularly on semantic load, but no compensation strategies were found. This experiment provided new knowledge about the effects of aging on text comprehension.

The third and fourth studies investigated text comprehension in six brain-damaged participants who complained of discourse comprehension difficulties although their clinical assessments did not show any problems. This complaint was

objectivized by the identification of a weakness in text comprehension processing, associated with a non-linguistic cognitive deficit, and by abnormal eye movements during reading. These findings have implications for specific cognitive interventions targeting reading comprehension abilities in aphasia.

Overall, these studies emphasized the importance of assessing text comprehension with several texts and pointed out the need for clinicians to consider cognitive functioning as a whole whenever complex cognitive activities are under consideration.

Keywords : Text comprehension; aging; left brain damage; cognition; discourse model; eye movements; strategies

Table des matières

Résumé	iii
Abstract	v
Liste des tableaux	x
Liste des figures	xiv
Liste des abréviations	xvi

Chapitre 1: Introduction générale	1
1. La compréhension de textes: un cadre théorique	3
1.1. Les niveaux de représentation de la compréhension de discours	5
1.2. Les composantes cognitives de la compréhension	9
2. Compréhension de textes et vieillissement	10
2.1. Niveaux de représentation de la compréhension de textes	10
2.2. Composantes cognitives, compréhension de textes et vieillissement	11
3. Compréhension de textes et lésion cérébrale gauche	13
3.1. Les niveaux de représentations de la compréhension de textes	13
3.2. Composantes cognitives, compréhension de textes et lésion cérébrale gauche	14
4. Existe-t-il des stratégies d'adaptation dans la compréhension de textes?	15
5. Méthodes d'évaluation de la compréhension de textes	18
5.1. Les méthodes <i>off-line</i>	18
5.2. Les méthodes <i>on-line</i>	18
6. Problématique et objectifs de la thèse	20
7. Structure de la thèse	21

Chapitre 2: Articles **23**

Article 1 **24**

Chesneau. S., Roy. M.C., Ska. B. **Évaluation de la compréhension de textes narratifs construits selon un modèle théorique.** *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology / Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie* Accepté pour publication en 2007

Article 2 **53**

Chesneau, S., Jbabdi, S., Champagne-Lavau, M., Giroux, F., Ska, B. **Compréhension de textes, ressources cognitives et vieillissement.** *Psychologie et Neuropsychiatrie du vieillissement* 1(5) p 47-63, 2007

Article 3 **93**

Chesneau, S., Giroux, F., Ska, B. **What factors influence text comprehension after aphasia recovery?** *Aphasiology* Soumis avril 2007

Article 4 **120**

Chesneau, S., Jbabdi, S., Ska, B. **Text comprehension and eye movement after aphasia recovery.** *Journal of the International Neuropsychological Society* Soumis avril 2007

Chapitre 3 : Discussion générale **140**

1. Résumé et interprétation des résultats dans une mise en perspective des études **141**

1.1. Construction de textes narratifs selon un modèle théorique 141

1.2. Compréhension de textes et vieillissement 142

1.3. Compréhension de textes et lésion cérébrale gauche 145

1.4. Stratégies de compensation et compréhension de textes	148
2. Apports théoriques et cliniques	150
2.1. Implications théoriques pour le vieillissement normal	150
2.2. Implications sociales	151
2.3. Implications holistiques et taxonomiques	152
2.4. Implications cliniques	153
3. Conclusions et directions futures	154

Bibliographie	I
----------------------	----------

Annexes	VII
----------------	------------

Liste des tableaux

Article 1

Tableau 1 : Résultats obtenus aux questionnaires portant sur la microstructure des textes. Moyennes, écarts-types et test de Kruskal-Wallis (KW) des résultats (pourcentage de réponses attendues) obtenus aux questionnaires portant sur la microstructure des textes «Avion», «Licenciement», «Auto» MICRO+MS, MICRO++ et MICRO-MS.

Article 2

Tableau 1 : Résultats (moyenne, DS) aux épreuves neuropsychologiques de mémoire (voir Méthodes) dans les groupes des sujets jeunes et des sujets âgés. Les groupes ont été comparés par tests t et la valeur de p est indiquée pour chaque épreuve.

Tableau 2 : Résultats (moyenne, DS) aux épreuves neuropsychologiques d'attention (Test de Stroop et TMT Voir Méthodes) dans les groupes des sujets jeunes et des sujets âgés. Les groupes ont été comparés par tests de t et la valeur de p est indiquée pour chaque épreuve.

Tableau 3: Pourcentage de réponses correctes à la microstructure et à la macrostructure (moyenne, DS) des textes MICRO+/MS, MICRO++ et MICRO-/MS dans les groupes des sujets jeunes et des sujets âgés. Les groupes ont été comparés par tests t et la valeur de p est indiquée pour chaque épreuve.

Tableau 4 : Valeurs (moyenne et déviation standard) des paramètres des mouvements des yeux recueillis pour chaque texte dans les groupes de sujets jeunes et de sujets âgés. MICRO+/MS représente le texte avec une microstructure chargée avec mise à jour du modèle de situation. MICRO++ représente le texte avec une microstructure chargée sans mise à jour du modèle de situation. MICRO-/MS représente le texte avec une microstructure allégée avec mise à jour du modèle de situation. Les groupes ont été comparés par tests de t et la valeur de p est indiquée pour chaque paramètre.

Tableau 5 : Corrélations entre les résultats aux épreuves neuropsychologiques de mémoire et d'attention et le pourcentage de réponses correctes au questionnaire portant sur la microstructure des textes MICRO+/MS et MICRO++. MICRO+/MS représente le texte avec une microstructure chargée avec mise à jour du modèle de situation. MICRO++ représente le texte avec une microstructure très chargée sans mise à jour du modèle de situation.

Tableau 6 : Résultats aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux dans les 3 groupes correspondant aux différents profils de lecture d'après l'analyse en grappe pour le texte MICRO+/MS. Les groupes ont été comparés par tests de Mann Whitney * $p < 0,05$ versus sujets du groupe *69s-84% micro*.

Tableau 7 : Résultats aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux dans les 5 groupes correspondant aux différents profils de lecture d'après l'analyse en grappe pour le texte MICRO++. Les groupes ont été comparés par tests de Mann

Whitney * $p < 0,05$ vs sujets du groupe *80s-83% micro*. ** $p < 0,01$ vs sujets du groupe *80s-83% micro*. † $p < 0,05$ vs sujets du groupe *109s-93% micro*.

Tableau 8 : Résultats aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux dans les 5 groupes correspondant aux différents profils de lecture d'après l'analyse en grappe pour le texte MICRO-/MS. Les groupes ont été comparés par tests de Mann Whitney * $p < 0,05$ versus sujets du groupe *77s-94% micro*.

Article 3

Table 1: Demographic and clinical features of aphasic participants

Table 2: Mean scores (percentage of correct responses) and standard deviations (SD) for the text comprehension measures for healthy young and older participants and individual scores for brain-damaged participants.

Table 3: Mean scores and standard deviations (SD) for the memory measures for healthy young and older participants and individual scores for the memory measures for brain-damaged participants.

Table 4: Mean scores and standard deviations (SD) for the executive function measures in healthy young and older participants and individual scores for brain-damaged participants.

Note: TMT: Trail making test; TOL: Tower of London

Article 4

- Table 1: Demographic and clinical features of aphasic participants
- Table 2: Mean scores and standard deviations (SD) for the *Eyetracker* measures for younger and older control participants. Micro+ was the text with a lot of details and Micro– was the text with fewer details.
- Table 3: Mean scores (percentage of correct responses) and standard deviations (SD) for the text comprehension measures for younger and older control participants and individual scores for brain-damaged participants.

Liste des figures

Article 2

Figure 1a: Répartition des participants dans les différents profils de lecture pour MICRO+/MS

Figure 1b : Analyse en grappe : texte MICRO+MS, A : âgé, S : jeune

Figure 2a : Répartition des participants suivant les profils de lecture à MICRO++

Figure 2b : Analyse en grappe : textes MICRO++, A : âgé, S : jeune

Figure 3a : Répartition des participants suivant les profils de lecture à MICRO-MS

Figure 3b : Analyse en grappe : texte MICRO-MS, A : âgé, S : jeune

Article 3

Figure 1: Z scores for text comprehension measures in brain-damaged participants according to age; Z scores for macrostructure for P3 and P6 cannot be calculated because there was no standard deviation in the control group's mean.

Figure 2a: Z scores for short-term memory and working memory measures in brain-damaged participants according to age.

Figure 2b: Z scores for episodic memory and long-term memory measures in brain-damaged participants according to age.

Figure 3: Z scores for executive function measures (Stroop and TMT) in brain-damaged participants according to age.

Note: TMT: Trail Making Test.

Article 4

Figure 1 : Z scores for eye movement measures in brain-damaged participants for MICRO+

Figure 2 : Z scores for eye movement measures in brain-damaged participants for MICRO-

Figure 3 : Z scores for text comprehension measures in brain-damaged participants for MICRO+ and MICRO-; Z scores of main ideas for P1 and P4 cannot be calculated because there was no standard deviation in the control group's mean.

Liste des abréviations**En français**

APS	Autoprésentation segmentée
DS	Déviatiion standard
Hist	Histoire
Moy	Moyenne
MS	Modèle de situation
P	Participant

En anglais

BDAE	Boston Diagnostic Aphasia Examination
HAROLD	Hemispheric Asymetry Reduction in Older Adult
M	Mean
MMS	Mini Mental State
MT 86	Montreal-Toulouse 1986
P	Participant
SD	Standard deviation
SM	Situational Model
TOL	Tower of London
TMT	Trail Making Test
VET	Video Eyetracker Toolbox

το πατει ματος

Remerciements

Je tiens d'abord et avant tout à remercier ma directrice de thèse Bernadette Ska pour m'avoir permis d'apprécier la vie de la recherche sous ses multiples facettes. Bernadette m'a laissée travailler avec autonomie tout en me faisant bénéficier de son expertise. Son soutien m'a permis d'avancer et de garder le cap tout au long de ces années.

Je tiens également à remercier Yves Joanette qui a suivi de près les différentes étapes de mon cheminement. La confiance qu'il m'a toujours témoignée et sa disponibilité m'ont permis de poursuivre dans les moments de découragement.

Merci à Maud Champagne-Lavau pour ses commentaires et conseils judicieux.

Un grand merci à Francine Giroux, statisticienne au Centre de recherche, qui m'a toujours reçue dans son bureau avec une grande gentillesse. Merci pour le temps passé à extraire la substantifique moelle de mes résultats

Un merci très spécial à toutes les personnes qui ensemble ont permis la conception du logiciel de traitement des données du *Eyetracker*.

Merci à Éric Fimbel pour ses précieux conseils, pour ses explications et sa patience quand le cerveau de l'orthophoniste ne se connectait pas à celui de l'ingénieur

Merci à Yves Roy pour sa participation et sa gentillesse permanente.

Merci à Guillaume Marrelec pour avoir pris le temps de réfléchir avec moi et de marcher le texte dans son bureau.

Et enfin, un immense merci à Saad Jbabdi sans qui ce logiciel n'aurait pu voir le jour. Merci pour ton optimisme permanent, merci pour tes encouragements, merci

pour ta disponibilité et ta patience. Sans toi le «mythique *Eyetracker*» n'aurait pu nous livrer ses secrets!!

Merci à toute l'équipe informatique : Marc Filaretos, Johanne Landry, Marcello Sequeira, Isabelle Simoneau, Dominic Beaulieu. Tous ont toujours répondu avec la plus grande gentillesse à toutes mes questions et sont venus me secourir au moindre problème informatique....

Merci aux équipes d'orthophonistes de l'Institut de gériatrie, de Villa Médica et de Lucie Bruneau pour leur collaboration et pour l'intérêt dont elles ont toujours fait preuve tout au long de cette thèse.

Merci à tous les participants de cette thèse qui ont fait don de leur temps et de leur énergie pour répondre au mieux à tous nos tests parfois très exigeants.

Merci à tous ceux qui m'ont accompagnée pendant toutes ces années Anh Duong ma première collègue de bureau, Nathalie Walter, Caroline Hamel, Karima Kahlaoui, Isabelle Écuyer, Lilian Scherer, Brigitte Stanké et bien sûr Brigitte Damien. Je ne pourrais nommer toutes les personnes qui à un moment ou à un autre ont joué un rôle dans l'avancé de mes travaux ou le soutien de mon moral... Qu'elles soient assurées de toute ma gratitude !

Merci aux IRSC, à la Faculté des études supérieures de l'Université de Montréal et au RQRV pour les bourses de recherche qui ont appuyé ma formation académique.

Un immense merci à Christophe mon merveilleux époux qui n'a cessé de m'encourager et de me soutenir tout au long de cette grande aventure. Merci pour tes judicieux conseils, merci pour ta patience infinie, merci pour l'intérêt que tu as toujours montré pour mes travaux. Merci de m'avoir écoutée te raconter tout et plus encore....

Un très grand merci à Clémentine et Gaspar, mes adorables enfants qui ont supporté pendant toutes ces années une maman très occupée voire très préoccupée. Merci pour votre soutien et votre indulgence!!

Un grand merci à mes parents sans lesquels rien de tout cela n'aurait pu être possible.

Chapitre 1 : Introduction générale

La compréhension de textes renvoie à une situation complexe qui peut s'analyser aussi bien d'un point de vue linguistique que cognitif. Comprendre un texte, c'est construire des contenus sémantiques à partir des éléments du texte en tenant compte de ses propres connaissances conceptuelles et linguistiques. L'intégrité de certains systèmes cognitifs, comme la mémoire de travail, la mémoire sémantique, la possibilité de traiter une information et de faire des inférences, est nécessaire à la mise en place des différents niveaux de représentation de la compréhension (Ericsson, & Kintsch, 1995). Cependant ces systèmes cognitifs ne sont pas à l'abri de toutes modifications. Une lésion cérébrale peut conduire brutalement à des altérations de certaines fonctions cognitives engendrant souvent des troubles de communication. La pratique clinique montre que des difficultés de compréhension à des niveaux élaborés comme la compréhension de discours ou la compréhension de textes ne sont pas toujours objectivées dans les bilans utilisés classiquement en aphasiologie. Lorsque ces troubles apparaissent, il est important de ne pas se limiter au constat de difficultés de compréhension mais d'en documenter l'origine afin d'adapter la thérapie.

Le vieillissement entraîne également des changements cognitifs en plus des changements sur les plans organique et psychique. Le langage, très lié à la plupart des activités cognitives, n'est pas épargné par ces modifications. Il est possible que l'on puisse déjà observer une différence induite par l'âge dans la compréhension de textes. Ainsi, lors de l'étude des problèmes de compréhension consécutifs à une lésion cérébrale chez l'adulte, il est important de différencier l'impact de l'âge de l'impact de la lésion.

Notre recherche est consacrée à l'étude des modifications de la compréhension de textes lors du vieillissement normal et consécutives à un accident vasculaire cérébral localisé à l'hémisphère gauche. Cette recherche a pour but l'étude des niveaux de représentation de la compréhension de textes et des traitements cognitifs nécessaires à leur mise en place.

1. La compréhension de textes : un cadre théorique

L'intérêt pour le discours s'est accru au cours des dernières décennies, et de nombreux modèles ont été proposés dans différents courants de recherche. Suivant une approche purement linguistique, certains d'entre eux permettent l'étude de textes spécifiques et s'appliquent aux textes narratifs, ou aux contes (Propp, 1928). Ces modèles sont considérés comme des modèles littéraires. Dans le cadre de cette thèse, nous nous sommes plus intéressés aux différents modèles élaborés selon une approche cognitive. Chacun de ces modèles présente ses particularités. Certains sont fondés sur les notions de scénario ou de schéma, lesquels représentent la connaissance d'un enchaînement d'événements qui peuvent se produire dans certaines situations universellement connues. Par exemple, après être allé manger plusieurs fois au restaurant, on intériorise l'ordre et l'occurrence des événements qui s'y produisent. Les scripts fournissent ces connaissances qui n'ont plus besoin d'être spécifiées de façon explicite dans le discours et permettent la facilitation de la construction d'inférences et l'accès à la compréhension (Sanford, & Garrod, 1998; Schank, & Abelson, 1977). Ce type de modèle ne fonctionne bien qu'avec des paragraphes ou des textes courts. Toutefois d'autres modèles cognitifs «basés sur la mémoire» reprennent ces notions de connaissances accumulées en mémoire à long terme. L'activation d'informations stockées en mémoire à long terme se fait alors par des traitements passifs et automatiques qui interviennent continuellement au cours de la compréhension d'un texte. L'information en mémoire à long terme serait récupérée grâce à une résonance passive lorsque le niveau d'activation pour un item donné (déterminé par un chevauchement dans les traits sémantiques et la force d'association entre l'item et l'information en mémoire à long terme) serait suffisant (Myers, & O'Brien, 1998).

Se distinguant des modèles «basés sur la mémoire», les modèles «constructionnistes» considèrent que la compréhension se réalise grâce à l'élaboration active de deux types d'inférences : des inférences qui permettent de construire la compréhension du texte à un niveau local (phrases ou paragraphes) et

des inférences qui permettent de créer la cohérence globale du texte (Graesser, Singer, & Trabasso, 1994).

Une dernière catégorie de modèles cognitifs allie des conceptions constructionnistes à des conceptions basées sur une activation passive de la mémoire à long terme en fonction des niveaux de traitement de la compréhension. Ces modèles se sont focalisés sur les représentations mentales élaborées lors de la compréhension de textes. Ainsi, le modèle de Jonson-Laird (1980) propose la construction d'un modèle mental à partir d'une représentation propositionnelle du texte, laquelle serait une traduction automatique du texte. Ce type de modèles est intéressant, mais reste limité lorsqu'il est nécessaire d'établir les mécanismes qui interviennent dans des situations de difficultés de compréhension, telles que celles qui apparaissent lors du vieillissement ou après une pathologie vasculaire.

Plus récemment, les modèles couramment utilisés pour l'étude de la compréhension de textes (Butcher, & Kintsch, 2003; Cook, 1998; Frederiksen, Bracewell, Breuleux, & Renaud, 1990; Kintsch, 1988, 1998; Rizzella, 2002; Van Dijk, & Kintsch, 1983), s'accordent sur le fait que la compréhension met en jeu plusieurs niveaux de représentation. Ces modèles rendent possible l'analyse, et l'évaluation de chacun de ces niveaux de représentation. La plupart reprennent en partie le modèle théorique de la compréhension du discours proposé par Kintsch (van Dijk et Kintsch, 1983; Kintsch, 1988)

Ce dernier modèle présente plusieurs avantages. En effet, en plus de tenir compte des différents niveaux de représentation de la compréhension de textes, il permet l'analyse des traitements cognitifs qui interviennent dans le passage d'un niveau à l'autre de la compréhension de textes. Cette double analyse est fondamentale car elle permet d'inférer comment un individu comprend un texte et le cas échéant, quels traitements cognitifs font défaut. Le modèle de Kintsch est donc particulièrement adapté pour étudier l'évolution de la compréhension de textes au cours du vieillissement ou les modifications de la compréhension consécutives à une lésion cérébrale.

1.1. Les niveaux de représentation de la compréhension de discours.

Le **premier niveau** du modèle de Kintsch correspond à la **structure de surface** du texte, c'est-à-dire sa forme linguistique indépendamment de son contenu. Dans l'approche proposée, les aspects phonologiques, morphologiques et syntaxiques du texte font partie de la structure de surface et des outils issus de la linguistique ne manquent pas pour analyser ce niveau.

Le **second niveau** correspond à la **base de texte**. Ce niveau est le premier généré par le traitement cognitif. Il est constitué de l'ensemble des propositions sémantiques du texte. Chaque proposition est constituée d'un prédicat qui est relié à un argument ou qui relie deux arguments. Par exemple, dans la phrase « Pierre mange une pomme », MANGER est le prédicat qui relie les deux arguments PIERRE et POMME. Par convention, la proposition sémantique est libellée comme suit : MANGER (PIERRE, POMME). Cette prédication rend compte de la sémantique du discours indépendamment de sa forme de surface. La proposition sémantique représente l'unité minimale de représentation du discours. Il existe une hiérarchie entre ces différentes propositions, au sommet de laquelle on trouve (niveau N1) la proposition la plus importante. La répétition d'un argument dans une proposition subséquente rend cette proposition hiérarchiquement subordonnée à celle où l'argument apparaît la première fois. Dans l'exemple « Pierre mange une pomme mûre », la première proposition sémantique est MANGER (PIERRE, POMME) et la seconde proposition sémantique MÛRE (POMME) reprend l'argument pomme de la proposition sémantique N1 et se retrouve donc au niveau N2 et ainsi de suite. Ce réseau hiérarchique correspond à la microstructure du texte.

Les propositions entrent dans une mémoire tampon à court terme puis sont réordonnées en fonction de l'argument auquel elles co-réfèrent. Elles sont ensuite remplacées par de nouvelles entrées qui seront à leur tour intégrées dans le réseau de propositions déjà construit. Ce dernier est mis à jour d'un cycle de compréhension à un autre. Au sein de ce réseau, chaque proposition est reliée à au moins une autre proposition par un argument commun. Cette répétition d'arguments assure la cohérence du texte. On parle de cohérence locale parce que

le partage d'arguments se fait au sein d'une même séquence de propositions. La microstructure rend compte de l'information locale du texte, elle inclut tous les détails du texte. Toutefois, la base de texte véhicule deux types d'informations : une information locale et une information globale. L'information globale du texte est intégrée dans la macrostructure du texte. La macrostructure est constituée de macropropositions qui sont construites à partir de la microstructure grâce à des macrorègles. Ces macrorègles définies par van Dijk et Kintsch (1983) sont les suivantes :

1. Déléation : supprimer toute proposition qui n'est pas une présupposition pour une autre proposition dans la phrase
2. Généralisation : remplacer une séquence de propositions par une seule macroproposition qui propose un super concept.
3. Construction : remplacer une séquence de propositions par une seule macroproposition qui synthétise la description de plusieurs micropropositions ou qui en est une cause ou une conséquence particulière.

L'application de ces macrorègles permet de passer d'un niveau de représentation locale à un niveau de représentation plus globale. Toutefois l'application de ces macrorègles est très dépendante de la personne qui les applique, du but qu'elle s'est fixé, de ses connaissances antérieures et de la situation dans laquelle elle réalise cette tâche. Pour un même texte, il peut y avoir plusieurs macrostructures.

Le **troisième niveau** de représentation du texte est constitué par le **modèle de situation**. C'est la situation que le lecteur va inférer à partir du texte et de sa connaissance du monde. La nature du modèle de situation n'est pas obligatoirement propositionnelle contrairement à la nature de la base de texte. Elle peut par exemple prendre l'aspect d'une carte mentale lorsque le texte rapporte une description spatiale (Perrig & Kintsch, 1985).

Cette définition du modèle de situation apparaît peu différente de celle de la macrostructure dans la base de texte. Ces deux niveaux de représentation du texte font intervenir la situation et les connaissances antérieures du lecteur. Mais les conceptions des auteurs de ce modèle ont évolué.

En 1983, van Dijk et Kintsch notent que le lecteur ne fait intervenir ses connaissances antérieures au niveau de la base de texte que pour maintenir une cohérence locale et globale du texte. Toutefois le lecteur utilise aussi ses connaissances antérieures dans la construction du modèle de situation pour pouvoir interpréter le texte, faire des inférences à partir du texte, résoudre des problèmes à partir du texte, faire des apprentissages. Ainsi les distinctions faites par van Dijk et Kintsch en 1983 ne permettent pas de différencier très clairement la macrostructure du modèle de situation.

Cependant cette notion de macrostructure tend à disparaître dans le modèle de construction-intégration de Kintsch publié en 1988 (Kintsch, 1988). Ce modèle met l'accent non plus sur la proposition sémantique mais sur la construction de réseaux de propositions sémantiques. Cette construction permettrait d'activer toutes les propositions issues du texte, de la connaissance du monde, du contexte syntaxique ou sémantique, de la situation, ainsi que des propositions inférées. L'activation dans ce réseau s'accumulerait là où il y aurait le plus de connections. Puis une seconde phase dite phase d'intégration permettrait la désactivation puis l'élimination des propositions ayant peu de connections avec le réseau. Ce cycle de construction-intégration ne porterait comme dans le modèle précédent que sur une séquence de quelques propositions, la représentation de chaque séquence de propositions serait intégrée au fur et à mesure au réseau déjà construit. Il y aurait ainsi une mise à jour du réseau de propositions d'un cycle de compréhension à l'autre. Kintsch ne parle plus de microstructure ou de macrostructure comme dans le modèle de 1983, mais il propose les notions de cohérence locale et globale pour assurer une bonne compréhension. La cohérence locale est à nouveau définie par le partage d'arguments au sein d'une même séquence de propositions alors que la cohérence globale fait référence au partage d'arguments pouvant provenir d'une portion de texte lue plus tôt ou d'une inférence issue de la connaissance du monde du lecteur.

Dans le modèle de construction-intégration, la construction de la représentation propositionnelle (sémantique) et du modèle de situation se font avec des mises à jour simultanées d'un cycle de compréhension à l'autre.

En résumé :

- La structure de surface d'un texte fait référence à ses structures linguistiques.
- La microstructure d'un texte correspond aux propositions sémantiques de ce texte incluant la notion de cohérence locale.
- La macrostructure d'un texte correspond aux macropropositions de ce texte régies par des macrorègles.
- Le modèle de situation d'un texte correspond à la macrostructure de ce texte incluant la notion de cohérence globale et de connaissance du monde.

Ainsi la macrostructure apparaît comme une structure figée dans le déroulement du texte alors que le modèle de situation évolue tout au long de la lecture du texte grâce à la connaissance du monde et aux inférences que le lecteur peut faire.

Ces différents niveaux de représentation de la compréhension serviront de cadre conceptuel à notre étude.

Un **quatrième niveau** de représentation, indépendant du contenu, intervient sur le plan organisationnel du texte. Il constitue la « **superstructure** » du texte dont la connaissance est universelle et qui sert de guide au lecteur (van Dijk & Kintsch, 1983). À chaque type de discours correspond une structure particulière. Cette « superstructure » sert de cadre d'organisation pour les trois autres niveaux de représentation du texte (surface, base de texte et modèle de situation). Ainsi le lecteur abordera différemment un texte narratif et un texte procédural. Ce niveau de représentation présente un intérêt lorsque plusieurs types de textes sont pris en considération. Si les textes traités appartiennent tous au même type, il devient une constante dont il est superflu de tenir compte.

La présente thèse portera uniquement sur la compréhension de textes narratifs. Le quatrième niveau de représentation de la compréhension, la superstructure, ne fera donc pas l'objet d'une attention particulière. Le choix de textes narratifs a été guidé par des considérations pratiques. En effet, c'est le type de texte le plus couramment utilisé, il est d'usage quotidien et dans la communication fonctionnelle, il présente des caractéristiques précises. Le texte

narratif est lié aux événements se déroulant dans le temps, reliés par des chaînes thématiques ou causales. Ce type de textes présente une structure commune dont la représentation mentale correspond au schéma narratif (Kintsch, & van Dijk, 1975; Mandler, & Johnson, 1977).

1.2. Les composantes cognitives de la compréhension

Le modèle de construction-intégration identifie différents types de mémoire dans la mise en place des niveaux de représentation de la compréhension (Ericsson, & Kintsch, 1995).

La mémoire à court terme permet de stocker des informations provenant de la structure de surface du texte. Cette mémoire permet le passage de la structure de surface à la base de texte. La mémoire de travail permet le traitement d'un réseau comprenant un nombre limité de propositions sémantiques (1 à 4) dérivées soit directement de la structure de surface soit de la base de texte ou encore des connaissances du lecteur. À la fin de chaque cycle de construction-intégration un réseau restreint de propositions est entièrement établi constituant un modèle de situation provisoire stocké dans la mémoire épisodique de texte. Quand le lecteur traite la suite du texte, certaines informations sont reliées à la partie déjà traitée et déjà stockée en mémoire à long terme. Kintsch postule qu'une mémoire de travail à long terme permet la récupération et la manipulation de ces informations. Le rôle de cette mémoire de travail à long terme est d'assurer la cohérence globale du texte. Ericsson et Kintsch, (1995) justifient l'hypothèse son existence par le fait qu'une interruption de lecture d'un texte de plus de 30 secondes n'entrave pas la compréhension de ce texte.

Kintsch a construit ce modèle en prenant pour référence une population jeune, hautement scolarisée et en bonne santé. Il a seulement mentionné l'intervention des différentes mémoires intervenant dans la construction de la compréhension de textes chez des individus en pleine possession de leurs moyens. Qu'advient-il de la compréhension de discours et plus précisément de textes si une ou plusieurs de ces mémoires deviennent déficitaires?

Comme nous le verrons plus précisément dans les sections suivantes, les personnes âgées et plus encore les personnes cérébrolésées peuvent présenter des déficits mnésiques mais aussi des difficultés de planification, de résolution de problèmes, des déficits d'attention ou encore des problèmes de flexibilité mentale qui pourraient entraîner un déficit en compréhension de textes (Ferstl, Walther, Guthke, & Von Cramon, 2005).

Ainsi, l'étude de la compréhension de textes chez des personnes âgées et après la survenue d'une lésion cérébrale rendra nécessaire le contrôle des composantes attentionnelles et des fonctions exécutives qui initialement ne sont pas incluses dans le modèle de Kintsch.

Dans la suite de cette présentation, les particularités de la compréhension de textes au cours du vieillissement puis après la survenue d'une lésion cérébrale gauche seront abordées d'une part en fonction des niveaux de représentation qui constituent le modèle de Kintsch (1988) et d'autre part en fonction des composantes cognitives impliquées dans la compréhension de textes.

2. Compréhension de textes et vieillissement

2.1. Niveaux de représentation de la compréhension de textes

Les effets du vieillissement sur le langage ont suscité de nombreuses études dont les résultats sont parfois divergents voire contradictoires. Certaines composantes du langage peuvent être altérées alors que d'autres sont préservées.

Concernant les niveaux de représentations des textes, la microstructure du texte, abordée par la plupart des auteurs via le rappel des détails d'un texte, est conservée chez les sujets âgés pour certains (Meyer, & Rice, 1981) alors qu'elle se détériore avec l'âge pour d'autres (Ferstl, 2006; Radvansky, 1999; Radvansky, Zwann, Curiel, & Copeland, 2001; Tun, 1989).

La macrostructure du texte associée le plus souvent aux idées principales du texte est conservée chez les sujets âgés pour certains (Meyer, & Rice, 1981), améliorée pour d'autres (Jackson, & Kemper, 1993) et détériorée pour d'autres encore (Ferstl, 2006; Radvansky, 1999). Ces derniers montrent que, comparés à des lecteurs jeunes, les lecteurs âgés ont une moins bonne mémoire des idées

importantes et sont moins performants dans l'organisation mentale des idées du texte. Il est possible que les différences observées dans les recherches puissent venir de l'emploi de méthodes d'évaluation qui varient suivant les études et d'un manque de cadre de référence commun qui rend la comparaison difficile.

Quelques études abordent la construction du modèle de situation en relation avec le vieillissement. Radvansky, Gerard, Zacks, et Hasher, (1990) analysent la compréhension de textes des sujets âgés en se référant au modèle de Kintsch (1988) (Radvansky, Gerard, Zacks, & Hasher, 1990). Ces auteurs font la distinction entre le texte lui-même et ce sur quoi porte le texte (modèle de situation). Ils proposent une expérimentation où le participant entend une série de phrases, puis doit, dans une tâche de reconnaissance, choisir parmi deux phrases celle qu'il pense avoir entendue. Les résultats de cette étude montrent qu'il y a plus d'erreurs si le distracteur fait référence à la même situation que la phrase originale que si le distracteur fait référence à une situation différente. Ceci montre que les participants se souviennent mieux du modèle de situation qu'ils ont construit, que du texte *verbatim*. Ces résultats sont identiques pour des sujets jeunes ou âgés. Une autre étude de Radvansky *et al.* (2001) montre que les sujets âgés rappellent mieux le modèle de situation que les sujets jeunes alors que ces derniers ont de meilleurs résultats pour ce qui est du rappel de la structure de surface et des idées du texte (Radvansky, *et al.*, 2001). Ces études tendent à montrer que le vieillissement normal n'affecte pas la construction du modèle de situation.

2.2. Composantes cognitives, compréhension de textes et vieillissement

Les processus sous-tendant le passage d'un niveau de représentation de la compréhension à l'autre ne sont pas analysés individuellement. Plus généralement, de nombreuses études se sont intéressées aux mécanismes et processus qui pouvaient être altérés dans le vieillissement et dont les modifications pouvaient avoir des répercussions sur les performances à différentes tâches cognitives. Des études ont cherché si le déclin d'un facteur cognitif particulier pouvait être responsable des changements cognitifs observés dans le vieillissement. Ainsi en

rapport avec la compréhension de textes, les trois facteurs cognitifs les plus étudiés ont été la mémoire de travail verbal, la vitesse de traitement des informations et les fonctions inhibitrices.

Une relation directe a été établie entre vieillissement, baisse de la mémoire de travail et rappel de listes de mots ou rappel de phrases ou de textes courts (Brébion, 2003; Daneman, & Carpenter, 1980; DeDe, Caplan, Kemtes, & Waters, 2004; Stine, & Wingfield, 1990; Wingfield, Stine, Lahar, & Aberdeen, 1988). Toutefois, la compréhension de textes longs ou complexes n'a pas été mise en perspective avec toutes les mémoires spécifiquement mobilisées dans le traitement et le passage d'un niveau de représentation à l'autre (voir section 1.2) (Ericsson, & Kintsch, 1995). Il apparaît difficile d'imaginer que la mémoire de travail puisse être le seul prédicteur de la compréhension de discours (Van der Linden *et al.*, 1999).

Par ailleurs, les études qui ont tenté d'établir une relation entre d'une part la vitesse de traitement ou les capacités d'inhibition et d'autre part la compréhension de textes chez la personne âgée n'ont pas réussi non plus à établir clairement le rôle respectif de chacun de ces médiateurs potentiels. Le lecteur trouvera un compte-rendu plus détaillé de ces différentes études dans l'article «Compréhension de textes, ressources cognitives et vieillissement» (chapitre 2 de cette thèse).

La responsabilité d'un facteur cognitif unique qui serait à l'origine des changements observés dans la compréhension de textes au cours du vieillissement semble difficile à établir et reste sujette à de nombreuses controverses. L'alliance de deux d'entre eux et parfois même des trois (mémoire de travail, vitesse de traitement et fonction d'inhibition) est fréquemment suggérée (Brébion, 2003; Persad, Abeles, Zacks, & Denburg, 2002; Van der Linden *et al.*, 1999).

Afin d'apprécier la complexité des interactions entre compréhension de textes et fonctions cognitives, les études présentées dans cette thèse ont pris en compte les différentes mémoires mentionnées dans le modèle de Kintsch (Ericsson, & Kintsch, 1995), les fonctions inhibitrices et la vitesse de traitement de l'information.

3. Compréhension de textes et lésion cérébrale gauche.

3.1. Les niveaux de représentation de la compréhension de textes

En clinique d'aphasiologie, l'évaluation de la compréhension est souvent limitée à ce qui constitue la structure de surface du discours à savoir : l'étude de la phonologie, du lexique, de la morphologie et de la syntaxe du sujet aphasique. Cependant l'étude des niveaux de représentation sémantique et situationnel de la compréhension de textes chez des patients cérébrolésés a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs.

Certains d'entre eux ont montré que le rappel de la microstructure, directement dérivée des connaissances linguistiques du sujet donc de la structure de surface, était altérée chez des participants aphasiques (Caplan, & Evans, 1990; Huber, 1990; Ulatowska, Allard, & Chapman, 1990) alors que le rappel de la macrostructure était préservé (Huber, 1990). Huber, (1990) associe un macro traitement à la mise en place de la macrostructure. Toutefois il se réfère au modèle de van Dijk et Kintsch (1983) où la distinction macrostructure - modèle de situation était assez floue, ce qu'il appelle macrostructure est plus proche du modèle de situation tel que défini ultérieurement (Kintsch, 1988). D'autres auteurs ont mis en évidence des difficultés associées au rappel de la macrostructure dans l'aphasie (Lojek-Osiejuk, 1996) mais la capacité à construire un modèle de situation préservée (Hough, 1990; Stemmer, & Joanne, 1998).

Selon Huber (1990), les sujets aphasiques ont un accès correct au modèle de situation car ils bénéficient du contexte et de leur connaissance du monde comme aide à la compréhension. La compréhension est ainsi clairement aidée et guidée par une connaissance non linguistique. Plusieurs études ont également montré que la compréhension de textes chez les aphasiques n'était pas le reflet de leur compréhension de phrase. En conséquence, leurs performances en compréhension de textes ne sont pas directement liées à un déficit linguistique sous-jacent (Huber, 1990 ; Ulatowska & al, 1990 ; Caplan & Evans, 1990).

La dissociation entre une microstructure altérée et un modèle de situation préservé pourrait être expliquée par la redondance des textes qui permettrait au sujet d'accéder à la compréhension en passant outre ses difficultés linguistiques

(Huber, 1990). Si cette hypothèse est vérifiée, l'accès à la macrostructure des textes devrait varier suivant leur niveau de redondance. La compréhension d'un même participant aphasique serait donc variable suivant le texte qui lui est présenté (Ferstl *et al.*, 2005; Nicholas, & Brookshire, 1995). Ce postulat pourrait en partie rendre compte du manque de consensus observé dans la littérature à propos du traitement de la compréhension de textes après une lésion cérébrale gauche. Le recours à différentes méthodes ou à différents supports pour évaluer la compréhension de textes a pu influencer les résultats observés dans ces études. Ce constat laisse penser que la compréhension de textes varie en fonction des textes et particulièrement suivant la charge sémantique des textes.

3.2. Composantes cognitives, compréhension de textes et lésion cérébrale gauche

Certaines évidences montrent que l'intégrité d'habiletés non-linguistiques joue un rôle dans le succès d'une communication (Fridriksson, Nettles, Davis, Morrow, & Montgomery, 2006; Purdy, 2002; Ramsberger, 2005). La compréhension de textes illustre parfaitement la nécessité de cette intégrité. Une atteinte de la région frontale du cerveau ou de tissus connexes peut engendrer une aphasie associée à un déficit des fonctions exécutives et des fonctions mnésiques (Keil, & Kaszniak, 2002). Les problèmes de communication observés chez un tel patient aphasique dépassent le déficit verbal. Les difficultés ne sont plus uniquement dues au seul système linguistique.

Une vaste littérature fait état de déficit de la mémoire de travail verbale relié à des troubles de compréhension de phrases, chez le sujet aphasique, (Caplan, & Waters, 1999; Caspari, Parkinson, LaPointe, & Katz, 1998; Huber, Luer, & Lass, 1988). En particulier, Caspari, Parkinson, LaPointe et Katz (1998), ont montré une relation entre capacité en mémoire de travail, lecture et déficit linguistique en aphasie.

La plupart de ces études se sont intéressées au rôle de la mémoire de travail et de la mémoire à court- terme dans la compréhension de phrases (Caplan, & Waters, 1999; Waters, & Caplan, 2001). Cependant telle que présentée dans la

section précédente, les sujets aphasiques présentent souvent une dissociation entre la compréhension de phrase et la compréhension de textes, il semble donc difficile de reporter la relation observée entre mémoire de travail et compréhension de phrases à la compréhension de textes.

À ce jour peu d'études se sont intéressées aux relations entre les différentes mémoires sus-citées, les fonctions exécutives et la compréhension de textes dans l'aphasie. Néanmoins, une étude de corrélations entre la compréhension de textes et des tests neuropsychologiques mesurant la mémoire à long terme, la mémoire de travail et les fonctions exécutives a mis en évidence l'existence de relations étroites entre les fonctions exécutives et le traitement de la macrostructure et la présence de relations entre la mémoire à long terme et les traitements de la macrostructure et de la microstructure. Aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre la mémoire de travail verbale et le traitement de la macrostructure ou celui de la microstructure (Ferstl *et al.*, 2005).

4. Existe-t-il des stratégies d'adaptation dans la compréhension de textes?

Le vieillissement normal de même que la survenue d'une lésion cérébrale occasionnent de nombreux changements. Ces changements entraînent une adaptation progressive de l'adulte à son état du moment. Une adaptation réussie permet alors d'établir un équilibre entre les pertes et les gains obtenus. Cette adaptation peut se faire par la mise en place de stratégies de compensation lorsqu'il s'agit de pertes. Ces stratégies de compensation donnent la possibilité à la personne qui les utilise d'atteindre un but en dépit d'une perte ou, au moins, de parvenir à un certain niveau de satisfaction (Bäckman, & Dixon, 1992). Elles sont diverses et comportent différents mécanismes (Bäckman, & Dixon, 1992; Dixon, de Frias, & Backman, 2001). On parlera de remédiation (investissement de plus d'effort ou de plus de temps pour combler une perte), de substitution (développement d'habileté nouvelle ou utilisation d'habileté latente) d'accommodation (ajustement du but) et d'assimilation (modification de l'environnement et des attentes des autres). Ces stratégies sont mises en place de

façon plus ou moins automatique et se différencient plus ou moins du comportement normal.

Plusieurs modèles ont tenté de conceptualiser les mécanismes de compensation et certains d'entre eux se sont particulièrement intéressés au vieillissement. Salthouse (1993, 1996) a discuté des différences de compétences qui peuvent être observées chez des sujets âgés dans leur vie quotidienne par rapport à celles qui sont observables en laboratoire (Salthouse, 1993; Salthouse, 1996). La grande expérience des adultes âgés comparée à celle d'adultes jeunes dans de nombreux contextes de la vie réelle semble compenser certains effets du vieillissement observés en laboratoire. L'expérience contrecarre le poids du déficit : les adultes âgés présentent une supériorité dans certaines habiletés comme l'évaluation ou l'utilisation du contexte qui leur permet de surmonter certains de leurs déficits du type mémorisation ou vitesse de traitement ou bien les adultes âgés adaptent leurs occupations à leur déficit. Le modèle de Bäckman, & Dixon, (1992) redéfinit les mécanismes de compensation. La mise en place de comportements ou de stratégies de compensation trouverait son origine non plus dans la présence de déficits objectifs ou subjectifs mais dans la dissonance entre les habiletés disponibles pour résoudre un problème et la demande environnementale. Suivant cette définition, une augmentation ou un changement dans les demandes environnementales peuvent initier des stratégies de compensation sans pour autant qu'il y ait de déficit. Dans ce modèle, différentes formes de compensation sont présentées selon un décours temporel qui semble être corrélé à l'importance de la dissonance entre habiletés disponibles et demandes environnementales. Pour éliminer cette dissonance un individu commencerait par investir plus de temps et plus d'effort en utilisant les mêmes habiletés qu'avant. Si la dissonance n'est pas éliminée, l'individu passe à l'étape suivante dans laquelle il utiliserait des habiletés qui étaient présentes sans être utilisées et enfin si la dissonance persiste, il développerait de nouvelles habiletés. Cette présentation d'un gradient dans l'installation de stratégies de compensation est intéressante pour des domaines particuliers mais certainement trop schématique pour être généralisée. Ces différents modèles permettent de se faire une idée générale sur les

mécanismes sous-jacents à l'installation de stratégies de compensation mise en place dans le vieillissement ou après la survenue d'une lésion cérébrale.

Toutefois la question selon laquelle des mécanismes ou des stratégies d'adaptation interviendraient dans une tâche de compréhension de textes demeure irrésolue dans le contexte d'un vieillissement normal ou après une lésion cérébrale. Peu d'études ont cherché quelles stratégies permettraient à un adulte âgé de garder le même niveau de performance qu'un adulte jeune en compréhension de textes longs.

Le ralentissement observé dans le traitement de l'information (voir section 2.2) pourrait-il constituer une stratégie d'adaptation à un déficit en mémoire de travail permettant alors au lecteur âgé d'accéder à une compréhension identique à celle du lecteur jeune? L'étude de Soederberg-Miller, & Stine-Morrow (1998) montre que, d'une part, des sujets âgés devaient ralentir leur lecture pour demeurer de bons lecteurs et, d'autre part, qu'ils tireraient plus parti d'une mise en contexte (comme l'ajout d'un titre) que les adultes jeunes. Cependant la procédure de présentation des textes utilisée dans cette étude (avancement de fenêtre mobile) est discutable car peu écologique dans le cas de textes longs où elle interdit les retours en arrière et sollicite donc très fortement la mémoire.

Il n'existe pas d'études portant sur les stratégies utilisées en compréhension de textes par des participants qui, après une lésion gauche, présentent une plainte de compréhension de textes. Il est possible que la plainte de ces patients qui souvent prend la tournure suivante : « ça n'est plus comme avant » soit le reflet de l'effort fourni et donc des stratégies de compensation mises en œuvre pour réussir à comprendre plus que de la compréhension elle-même.

5. Méthodes d'évaluation de la compréhension de textes

Il existe deux grandes catégories de méthodes utilisées pour évaluer la compréhension de textes (Coirier, Gaonac', & Passerault, 1996; Frederiksen *et al.*, 1990; Haberlandt, 1994)

5.1. Les méthodes *off-line*

Ces méthodes évaluent la compréhension après la lecture du texte. Elles s'appuient sur les représentations qui restent en mémoire une fois la tâche de compréhension complétée. Elles sont caractérisées par des épreuves de rappel et de reconnaissance, ou par des questionnaires portant directement sur le texte.

Ces méthodes ont des limites. Les réponses obtenues aux épreuves de rappel peuvent ne pas coïncider exactement avec ce qu'a compris le sujet. Un sujet peut très bien omettre de rappeler certaines propositions du texte tout en les ayant comprises. Les épreuves de reconnaissance peuvent permettre de spécifier certaines données théoriques (Ferstl, 2006; Radvansky, *et al.*, 2001). Les questionnaires, s'ils sont construits de façon à ne pas suggérer les réponses au sujet, peuvent permettre de mieux évaluer la compréhension du texte en évitant le biais introduit par un rappel libre.

5.2. Les méthodes *on-line*

Ces méthodes permettent une analyse du déroulement de la lecture, elles permettent d'identifier l'organisation temporelle de certaines composantes de traitement du texte.

Les méthodes d'imagerie ou d'électroencéphalographie permettent l'observation de traitement *on-line*, mais elles ne seront pas développées ici. Les méthodes comportementales comme l'autoprésentation segmentée (APS) ou la poursuite oculaire ont retenu notre attention.

L'autoprésentation segmentée (APS) consiste à faire lire un texte sur un écran d'ordinateur, en présentant le texte segment après segment. Le sujet lecteur fait lui-même défiler le texte en appuyant sur une touche du clavier de l'ordinateur qui mesure le temps d'exposition du segment. Il existe de nombreuses versions d'APS, chaque chercheur adaptant une nouvelle version aux besoins de son étude.

Toutefois l'APS ne semble pas être une bonne technique pour l'étude de la lecture de textes longs. La compréhension de textes longs peut nécessiter des retours en arrière, pour les autoriser la portion de texte déjà lu ne doit pas disparaître au fur et à mesure. Toutefois, si le sujet s'arrête plus longtemps sur un segment pour revenir en arrière le temps d'exposition à ce segment ne signifie plus rien.

La poursuite oculaire permet l'analyse des mouvements des yeux pendant la lecture. Cette technique permet de mesurer les lieux et temps de fixation du regard sur un stimulus ainsi que d'analyser les lieux et amplitudes des saccades de progression ou de régression du regard (pour une revue voir, Rayner, 1998). Les saccades correspondent à la distance parcourue dans le texte entre deux points de fixations oculaires pendant lesquels l'œil reste stationnaire. Le nombre de fixations, la durée de fixation de même que l'incidence des régressions (retour en arrière dans le texte) ne sont pas seulement déterminés par des contingences oculomotrices. Les caractéristiques du texte aussi bien formelles que syntaxiques ou sémantiques influencent les mouvements des yeux (Baccino & Pynte, 1998; Just & Carpenter, 1980; Kemper & McDowd, 2006; Rayner, 1998; Rayner, Chace, Slattery, & Ashby, 2006; Rayner, Reichle, Stroud, Williams, & Pollatsek, 2006; Rayner, Sereno, & Raney, 1996). Ainsi plus un texte devient difficile plus le nombre de fixations augmente, la fréquence de régressions augmente et la longueur des saccades diminue. Les mouvements des yeux permettent d'inférer des moments de traitement de lecture, la variabilité des mesures serait le reflet de traitement *on-line* (Rayner, 1998). Les variabilités de mesure observées sont dépendantes du texte lu mais aussi du lecteur. Ainsi la plupart des régressions (retours en arrière) sont dues à des problèmes de compréhension de textes (Vauras, Hyönä, & Niemi, 1992). Les temps et lieux de fixation varient aussi en fonction du niveau d'expertise du lecteur. Solan, Feldman & Tujak (1995) ont montré que les sujets âgés faisaient plus de fixations et plus de régressions que des sujets jeunes (Solan, Feldman, & Tujak, 1995). L'analyse du mouvement des yeux conduit à une meilleure compréhension de ce qui se passe pendant la lecture.

Cette technique est particulièrement intéressante dans l'étude comparative de plusieurs populations de sujets pour lesquelles on sait que la compréhension de

textes peut être altérée ou encore pour mettre en évidence d'éventuelles stratégies de compensation chez certains participants.

Les résultats obtenus par une méthode *off-line* (en utilisant des questionnaires) et ceux qui sont obtenus par une méthode *on-line* (analyse du mouvement des yeux) sont différents et complémentaires. La conjugaison des deux méthodes est donc appropriée dans l'étude des problèmes de compréhension.

6. Problématique et objectifs de la thèse.

La revue de littérature met en évidence aussi bien un manque de consensus qu'un manque de données relatif au traitement de la compréhension de textes. Une absence de consensus concernant l'atteinte des niveaux de représentation de la compréhension a été notée que ce soit lors du vieillissement normal ou après la survenue d'une lésion cérébrale gauche. Par ailleurs, on a constaté un manque de données intéressant les composantes de la cognition qui sous-tendent la compréhension de textes ainsi qu'un manque de données concernant la présence éventuelle de stratégies d'adaptation en compréhension de textes.

L'objectif général de cette thèse vise à analyser la compréhension de textes de participants âgés et de participants cérébrolésés gauches en se basant sur un modèle théorique définissant plusieurs niveaux de représentation du texte (Kintsch, 1988).

Plus spécifiquement, la thèse cherche à :

- A. Identifier les niveaux de représentation de la compréhension de textes, qui apparaissent modifiés ou altérés dans le vieillissement ou après la survenue d'une lésion cérébrale gauche.
- B. Identifier les composantes de la cognition qui sous-tendent des troubles de compréhension de textes chez le sujet âgé, ou après la survenue d'une lésion cérébrale gauche.
- C. Identifier les stratégies d'adaptation ou de compensation mises en place dans la compréhension de textes chez le sujet âgé, ou après la survenue d'une lésion cérébrale gauche

Ces travaux permettront dans un premier temps d'accéder à une meilleure compréhension du fonctionnement de la compréhension de textes chez les sujets âgés et d'envisager de quelle façon l'améliorer au quotidien. Dans un second temps, ils permettront d'objectiver la plainte de trouble de compréhension de textes que présentent certains patients aphasiques et que les bilans classiques d'aphasie ne mettent pas en évidence et de suggérer des pistes d'intervention afin d'améliorer la compréhension de ces patients.

7. Structure de la thèse

Les travaux rapportés dans cette thèse ont donné lieu à la soumission de quatre articles. Chacun de ces articles contribue à l'analyse de la compréhension de textes.

L'article 1 intitulé « *Évaluation de la compréhension de textes narratifs construits selon un modèle théorique* » présente les différentes étapes de construction d'un test de compréhension de textes dans le cadre du modèle de Kintsch (1988). L'objectif de cette étude était de construire un protocole permettant l'évaluation de la base de texte et de la mise à jour du modèle de situation en fonction des caractéristiques du texte. Pour cela un matériel constitué de 3 séries de 3 textes équivalents et de 9 questionnaires a été élaboré avec l'aide de 85 participants. Les textes sont construits de façon à mettre en relief des faiblesses de compréhension au niveau de la base de texte et de la mise à jour du modèle de situation en tenant compte des caractéristiques des textes.

L'article 2 intitulé « *Compréhension de textes, ressources cognitives et vieillissement* » s'intéresse à la compréhension de textes de 31 participants jeunes et de 30 participants âgés en utilisant le protocole présenté dans l'article 1 afin d'identifier les niveaux de représentation qui apparaissent modifiés dans le vieillissement. Des tâches spécifiques complémentaires sont administrées pour évaluer certaines fonctions cognitives. Les mouvements oculaires sont enregistrés par un *Eyetracker* (Cambridge Research) durant la lecture. Leur analyse met en évidence des profils de lecture qui permettent d'inférer les stratégies de lecture. Les résultats suggèrent l'influence des caractéristiques des textes sur la

compréhension sans que la mise en place de stratégies de compensation n'ait pu être démontrée. Les adultes âgés présentaient des profils de lecture identiques à ceux des jeunes lorsque leur performance en compréhension de textes était identique.

Les articles 3 et 4 intitulés respectivement « *What Factors Influence Text Comprehension after Aphasia Recovery?* » et « *Text Comprehension and Eye Movements after Aphasia Recovery* » s'intéressent à la compréhension de textes de 6 participants cérébrolésés se plaignant de difficultés en compréhension de textes sans qu'un déficit en compréhension de textes n'ait pu être mis en évidence par les bilans d'aphasie utilisés classiquement en clinique. Ces deux articles reprennent les résultats obtenus dans l'article 2, les participants jeunes et âgés servant alors de population témoin. L'étude présentée dans l'article 3 a permis l'évaluation des niveaux de représentation de la compréhension de textes et l'examen de fonctions cognitives (mémoire et fonctions exécutives) de ces participants ayant souffert d'une lésion cérébrale gauche. Les résultats ont montré que la compréhension de textes de ces participants était dépendante des caractéristiques des textes et des déficits qu'ils présentaient en mémoire et à certaines fonctions exécutives alors même qu'ils ne présentaient plus de déficit linguistique. L'étude présentée dans l'article 4 rapporte l'analyse des mouvements des yeux de quatre de ces participants qui met en évidence les stratégies de compensation qu'ils utilisent pour comprendre un texte. La plainte concernant un trouble de compréhension de textes chez ces participants a été objectivée dans l'article 3 par l'identification de faiblesses à certains niveaux de représentation de la compréhension de texte et l'identification de déficits cognitifs et dans l'article 4 par la mise en évidence de mouvements des yeux anormaux durant la lecture des textes.

Les quatre articles sont présentés dans le chapitre 2 de cette thèse.

Chapitre 2 : Articles

Article 1

Chesneau, S., Roy, M.C., Ska, B. Évaluation de la compréhension de textes narratifs construits selon un modèle théorique. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology / Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*

Accepté pour publication en 2007

Introduction

La compréhension de texte renvoie à une situation complexe qui peut s'analyser aussi bien d'un point de vue linguistique que cognitif (Ehrlich, 1994). En clinique, l'évaluation de la compréhension de textes narratifs chez l'adulte se fait la plupart du temps par le biais des épreuves des bilans d'aphasie. Ces bilans ont été construits pour évaluer des patients présentant des troubles à tous les niveaux du langage et particulièrement des troubles phonologiques, morphologiques ou syntaxiques. Les sections destinées à l'évaluation du discours oral ou écrit ne sont pas très développées. Cette étude a pour but de valider des textes narratifs construits dans l'objectif d'évaluer plusieurs niveaux de la compréhension de textes présentant des caractéristiques contrôlées.

Comprendre un texte, c'est s'en construire une représentation qui a du sens à partir des éléments du texte en se basant sur ses propres connaissances conceptuelles et linguistiques. Plusieurs modèles tentent de rendre compte de la complexité des opérations réalisées lors de la compréhension de texte. La plupart d'entre eux comportent des spécificités qui réduisent leur champ d'application. Certains modèles ne s'appliquent qu'à des phrases ou à des textes courts et proposent les notions de scénarii ou de schémas (Schank & Abelson, 1977). D'autres modèles ne s'appliquent qu'à des textes narratifs, ou des contes : ce sont des modèles littéraires (Propp, 1928). Parmi les modèles dits «modèles cognitifs», les plus connus sont les modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983), le modèle de Kintsch (Kintsch, 1988) et le modèle de Frederiksen (Frederiksen, Bracewell, Breuleux, & Renaud, 1990). Le modèle de Kintsch est le seul qui tient compte de tous les niveaux de la compréhension qui vont de la forme au contenu en passant par le contexte. C'est le modèle qui semble le plus approprié pour servir de cadre de référence à cette étude.

Le modèle de Kintsch (1988), utilisé dans les recherches en psychologie cognitive a conduit à un grand nombre de validations (Chapman *et al.*, 2002; Radvansky, 1999; Welland, Lubinski, & Higginbotham, 2002). Il permet d'identifier trois niveaux de représentation dans le traitement du texte. La réalité psychologique de ces niveaux de représentation a été confirmée dans l'étude de

Radvansky (1999), dans laquelle il a montré que la représentation en mémoire des informations issues du traitement en compréhension d'un texte étaient également divisées en trois niveaux. Ces trois niveaux correspondaient aux trois niveaux de représentation de la compréhension de texte du modèle de Kintsch.

Le **premier niveau** correspond à la **structure de surface** du texte, sa forme linguistique indépendamment de son contenu.

Le **second niveau** correspond à la **base de texte** qui comprend la **microstructure** et la **macrostructure** du texte. La microstructure est constituée de l'ensemble des propositions sémantiques du texte. Lors du traitement d'un texte, les propositions sont extraites du texte de surface. Elles entrent dans une mémoire tampon à court terme puis sont réordonnées en fonction de l'argument avec lequel elles co-réfèrent. Elles sont ensuite remplacées par de nouvelles entrées qui seront à leur tour intégrées dans le réseau de propositions déjà construit. Ce dernier est mis à jour d'un cycle de compréhension à un autre. Au sein de ce réseau, chaque proposition est reliée à au moins une autre proposition par un argument commun. Cette répétition d'arguments permet de rendre le texte cohérent. On parle de cohérence locale parce que le partage d'arguments se fait au sein d'une même séquence de propositions. La microstructure donne l'information locale du texte, elle incorpore tous les détails du texte.

Toutefois, une compréhension complète exige la construction de deux types d'informations : une information locale et une information globale. L'information globale du texte est apportée par la macrostructure du texte.

La macrostructure est constituée de macropropositions qui sont élaborées à partir des micropropositions grâce à des macrorègles.

Ces macrorègles sont les suivantes (Van Dijk & Kintsch, 1983) :

1. **Délétion** : supprimer toute proposition qui n'est pas une présupposition pour une autre proposition dans la phrase.
 - a. Ex : Il est arrivé dans une grande voiture rouge et noire : il est arrivé en voiture
2. **Généralisation** : remplacer une séquence de propositions par une seule proposition (macroproposition) qui propose un super concept.

- b. Ex : Nous avons entendu un raton laveur dans les buissons : nous avons entendu un animal dans les buissons
- 3. Construction : remplacer une séquence de propositions par une seule proposition (macroproposition) qui réunit la description de plusieurs ou qui en est une cause ou une conséquence particulière.
- c. Ex : David est entré dans la maison, s'est assis, et a commandé son repas : David est allé au restaurant

L'application de ces macrorègles permet de passer d'un niveau de représentation locale à un niveau de représentation plus globale.

Le **troisième niveau** de représentation du texte est constitué par le **modèle de situation**. C'est la situation que le lecteur va inférer à partir du texte et de sa connaissance du monde. Le modèle de situation se construit au fur et à mesure de l'avancement de la lecture. Le lecteur fait des hypothèses sur la situation décrite à un moment donné du texte et ses hypothèses sont renforcées ou modifiées lors d'ajouts d'information dans la suite du texte. La construction du modèle de situation est donc progressive et le modèle est régulièrement mis à jour jusqu'à la fin de la lecture.

En résumé, pour comprendre un texte, il faut avoir accès à la structure de surface (posséder un vocabulaire suffisant, être capable de décrypter les structures syntaxiques présentes dans le texte), avoir accès à l'ensemble des micropropositions du texte (tenir compte des détails du texte), être capable d'en dégager la macrostructure (les idées générales) et enfin être capable d'établir le modèle de situation.

Selon ce modèle de compréhension, l'évaluation de la compréhension de textes nécessite d'évaluer distinctement chacun de ces niveaux. Les cliniciens devraient pouvoir utiliser un outil qui puisse les aider non seulement à mettre en évidence des troubles de compréhension de textes mais aussi à comprendre à quel niveau de représentation se situe ce trouble.

En clinique d'aphasiologie, la grande majorité des tests de compréhension évalue la structure de surface qui réunit les aspects phonologiques, morphologiques et syntaxiques du langage et la base de texte (macrostructure et

microstructure) qui réunit les aspects sémantiques du langage. Les bilans de langage tels *Montréal-Toulouse 86* ou MT86 (Nespoulous *et al.*, 1992) et *Boston diagnostic aphasia examination* ou BDAE (Goodglass & Kaplan, 1983) ont une partie lecture et compréhension de texte. Toutefois les textes utilisés dans ces bilans, souvent trop courts pour évaluer la macrostructure et la cohérence globale du texte, ne permettent pas non plus d'apprécier les possibilités de construction et de mise à jour du modèle de situation. Certains auteurs (Kintsch, 1975; Kintsch & Keenan, 1973; Waters, 1978) ont déjà montré que le nombre d'informations et l'organisation des informations dans le texte influencent le traitement et la compréhension de texte. Ainsi, la variation du nombre d'informations ou encore de la charge sémantique liée au nombre de micropropositions des textes de même que la variation de la nécessité de faire une mise à jour du modèle de situation (MS) rendrait possible l'évaluation du traitement de la macrostructure, de la microstructure et de la mise à jour du modèle de situation dans des contextes textuels différents. Il serait possible de savoir pour un individu donné quel niveau de traitement est perturbé et s'il l'est en toutes circonstances ou si les caractéristiques du texte influencent sa compréhension. À cette fin, un protocole d'évaluation de la compréhension de textes devrait comprendre plusieurs textes.

À notre connaissance, il n'existe pas de test dans lequel les niveaux de représentation de la compréhension sont évalués en tenant compte des caractéristiques des textes.

Objectif de l'étude :

- Construire 3 séries de textes équivalents à tous les niveaux de représentation de la compréhension présents dans le modèle de Kintsch (1988). Chaque série de textes est conçue spécifiquement pour mettre en évidence d'éventuelles faiblesses dans le traitement d'un niveau de représentation de la compréhension de textes en faisant varier la charge sémantique des textes.
- Valider l'équivalence de ces textes dans chaque série.

Cette étude a été réalisée en deux temps.

Une première étape a permis grâce à un premier groupe de participants de construire un matériel constitué de trois séries de textes et de questionnaires.

Une seconde étape a permis grâce à un second groupe de participants de valider l'équivalence des textes dans chacune des séries élaborées pendant la première étape.

Construction du matériel

Cette partie rapporte les démarches réalisées pour construire les textes et les questionnaires.

Méthodologie

Participants

Au cours de cette première étape, le recrutement des participants a été très progressif. Ce recrutement était dépendant des résultats et des commentaires des participants. Il fallait qu'un consensus de dix participants soit atteint afin que l'on puisse estimer la mise au point des textes et des questionnaires terminée.

Finalement, cinquante participants de langue maternelle française (43 femmes et 7 hommes) ont été recrutés à l'Université de Montréal. Les participants sont âgés de 20 à 40 ans. Ils ont un minimum de 14 ans de scolarité et n'ont jamais présenté de trouble de lecture. Ils sont sans histoire de troubles neurologiques ou psychiatriques.

Matériel

La structure de surface très étudiée dans tous les bilans d'aphasie ne fera pas l'objet de cette étude. La base de texte (macrostructure et microstructure) seulement étudiée pour des textes simples ou très courts de même que la mise à jour du modèle de situation seront les deux niveaux de représentation évalués dans ce protocole.

Chaque type de textes a été conçu spécifiquement pour mettre en évidence d'éventuelles difficultés dans le traitement d'un niveau de représentation de la compréhension de textes.

- Dans les textes MICRO+MS: la microstructure est chargée (90 micropropositions) et une mise à jour du modèle de situation est nécessaire. Ce texte permet de tester les capacités générales du lecteur à traiter les différents niveaux de représentation du texte.
- Dans les textes MICRO++ : la microstructure est très chargée (135 micropropositions), mais le modèle de situation ne nécessite pas de mise à jour. Ces textes visent plus particulièrement l'évaluation du traitement de la microstructure. De nombreux détails sont ajoutés par rapport au premier texte.
- Dans les textes MICRO-MS, la microstructure est allégée relativement aux textes MICRO+MS (43 micropropositions) et une mise à jour du modèle de situation est nécessaire. Ces textes visent plus directement le traitement de la macrostructure et du modèle de situation. Tous les détails qui ne sont pas nécessaires à la compréhension de l'histoire sont supprimés (microstructure allégée) mais le lecteur est obligé de faire une mise à jour du modèle de situation.

Pour éliminer l'effet d'apprentissage lié au contenu thématique du texte, trois séries de textes ont été construites. À l'intérieur de chaque série, les textes diffèrent par le thème abordé. Ainsi, la compréhension de textes d'un sujet sera évaluée par la lecture d'un texte de la première série qui regroupe les textes MICRO+MS, la lecture d'un texte de la seconde série dont la microstructure a été alourdie MICRO++ et la lecture d'un texte appartenant à la dernière série dont la microstructure a été allégée MICRO-MS.

Le matériel est constitué de neuf textes narratifs auxquels s'adjoignent neuf questionnaires.

Construction des textes

L'un des textes, conçu pour les fins de l'expérience de Frederiksen (Frederiksen & Stemmer, 1993) (Airplane) puis traduit en Français pour les besoins de l'étude de Ska (Ska *et al.*, 1996) a été utilisé comme modèle afin de construire les 8 autres textes. Ce texte est désigné par «Avion+MS» (cf : annexe 1) dans la suite du texte. Il est constitué de 246 mots répartis dans 4 paragraphes. Il

comprend 93 propositions sémantiques. La mise à jour du modèle de situation doit être réalisée dans le dernier paragraphe.

Deux textes, «Auto+MS» et «Licencierement+MS» ont tout d'abord été construits en respectant la structure textuelle de «Avion+MS» selon laquelle deux événements distincts doivent être conciliés par le lecteur pour ne constituer qu'un seul et même événement. Les deux nouveaux textes sont de longueur équivalente à celui de «Avion+MS» pris comme modèle (Auto+MS : 247 mots, Licencierement+MS: 251 mots) et les nombres de paragraphes et de phrases par paragraphes de même que le nombre de propositions sémantiques sont identiques dans chaque texte. Ces textes varient par le thème abordé dans la narration.

Les autres textes de l'expérience ont été construits par dérivation des premiers. Une dérivation a consisté à réduire le texte à un seul événement tout en ajoutant des informations correspondant à des détails. Ainsi, le modèle de situation ne varie pas mais, le nombre de micropropositions est augmenté. Le lecteur n'a donc plus à réviser l'interprétation de l'événement pour comprendre le texte. Ces textes sont désignés par Avion++, Auto++ et Licencierement++ ou encore textes MICRO++ (cf annexe 2). Le nombre de propositions sémantiques à traiter dans ces textes est supérieur au nombre de propositions sémantiques à traiter dans les textes MICRO+MS.

Une autre dérivation a consisté à modifier la microstructure tout en gardant la macrostructure des textes MICRO+MS et en respectant le type de traitement du modèle de situation de ces textes. Ainsi, les textes Avion-MS, Auto-MS et Licencierement-MS (cf annexe 3) respectent la structure narrative des textes MICRO+MS (deux événements distincts doivent être conciliés par le lecteur pour s'intégrer dans un seul et même événement). Les modifications ont porté sur le contenu de la microstructure du texte qui a été allégée en ne gardant que les propositions indispensables à la compréhension des 2 événements et en supprimant toute forme de redondance. Le nombre propositions sémantiques à traiter des textes MICRO-MS est inférieur au nombre de propositions sémantiques constituant les textes MICRO+MS.

Par les transformations successives des textes, on a obtenu trois séries de textes équivalents terme à terme. Ces trois séries sont constituées par :

- Avion+MS, Auto+MS, Licenciement+MS (MICRO+MS) (annexe 1)
- Avion++, Auto++, Licenciement++ (MICRO++) (annexe 2)
- Avion-MS, Auto-MS, Licenciement-MS (MICRO-MS) (annexe 3)

Construction des questionnaires

Les questionnaires sont conçus pour évaluer les différents niveaux de représentation de la compréhension de texte: la macrostructure du texte (compréhension globale), la microstructure du texte (compréhension de détails), et la mise à jour du modèle de situation (quand il y a 2 événements dans le texte à concilier en un seul) (cf annexes 1, 2, 3). Ces questionnaires sont donc constitués de 2 ou 3 parties suivant que la compréhension du texte nécessite la mise à jour du modèle de situation ou non :

1. Le participant doit rappeler oralement les principaux points du texte (ce qui teste la macrostructure). Un certain nombre de macropropositions sont attendues, elles correspondent aux idées principales du texte obtenues par l'application des marorègles de (Van Dijk & Kintsch, 1983) (Voir plus haut).

Exemple de macropropositions pour « Avion+MS » :

- Laura part (à New York) en avion
 - L'avion tombe
 - Son mari tente de la réveiller : elle a fait un cauchemar (un rêve)
 - Ils faisaient du camping
2. Le participant doit répondre à un questionnaire oral portant sur les détails et événements du texte (ce qui teste la microstructure). Un certain nombre de micropropositions sont attendues.

Exemples de questions se trouvant dans le questionnaire du texte «Avion+MS» :

- Quelle était la météo au moment du départ ?
- Quel trajet devait suivre l'avion ?

3. Si le texte présente deux événements à concilier en un seul (MS), le participant doit répondre à deux questions formelles visant l'inférence nécessaire à la mise à jour du modèle de situation.

Exemples de questions se trouvant dans le questionnaire du texte «Avion+MS» :

- Où est le mari de Laura lorsqu'il lui parle ?
- Où est Laura dans le texte ?

Procédure (intra-série : au sein d'une même série)

Chaque texte est imprimé sur une feuille séparée. Chaque participant lit les trois textes d'une série. Par exemple, un participant lit les textes MICRO+MS: Avion+MS, Auto+MS, Licenciement+MS. L'ordre de présentation des textes et des séries est contrebalancé d'un participant à l'autre.

L'évaluateur propose au participant le premier texte et indique qu'une série de questions portant sur ce texte lui sera posée après sa lecture. Le participant a pour consigne de lire en silence le premier texte une seule fois, à son rythme. Il peut revenir sur un élément du texte s'il ne l'a pas compris, mais il ne doit pas lire le texte plusieurs fois ni essayer de l'apprendre par cœur.

Après la lecture, dans un premier temps, l'évaluateur reprend la feuille et demande au participant de résumer oralement le texte en en rappelant les principaux points (macrostructure), et en respectant la chronologie de présentation de l'histoire. L'évaluateur consigne le résumé par écrit lors de l'entrevue et le complète par la suite à l'aide de l'enregistrement sonore de la conversation (lorsque le participant a consenti à cet enregistrement). Dans un second temps, le participant répond oralement à un questionnaire oral. L'évaluateur lit la question et consigne la réponse du participant par écrit.

La même procédure est répétée pour le deuxième et le troisième texte.

La notation des résumés est fonction des macropropositions attendues. On s'attend à retrouver un certain nombre d'éléments (macropropositions) dans le résumé que le participant fait du texte. L'évaluateur attribue 2 points par macroproposition attendue et 2 points supplémentaires à la macroproposition qui montre la mise à jour du modèle de situation. Les résumés des textes MICRO+MS et MICRO-MS

sont notés sur 10, les résumés des textes MICRO++ (textes dans lesquels il n'y a qu'une seule situation) sont notés sur 8.

Cotation

La notation des questionnaires est fonction des micropropositions attendues. L'évaluateur attribue 1 point par microproposition attendue. Une question peut entraîner le rappel de 2 ou 3 micropropositions, la question est alors notée sur 2 ou 3 points. Les questionnaires des textes MICRO+MS sont notés sur 20, les questionnaires des textes MICRO++ sont notés sur 30 et les questionnaires des textes MICRO-MS sont notés sur 12.

Les moyennes des notes obtenues aux résumés et aux questionnaires des textes de la même série sont comparées, afin de voir si elles sont semblables entre elles.

De plus, les commentaires des participants sont recueillis pour connaître leurs impressions quant au degré de difficulté et à la similarité des textes.

Modification des textes et des questionnaires

Les textes et les questionnaires ont été modifiés dans l'objectif d'obtenir une équivalence des textes à l'intérieur des séries.

Un examen détaillé des résumés et des réponses aux questionnaires a été réalisé au fur et à mesure des entrevues. Si trois participants présentaient des difficultés relatives à la formulation d'une question ou proposaient des réponses qui n'avaient pas été envisagées à la construction du questionnaire, la question était révisée. Si trois participants suggéraient par leurs réponses ou leurs commentaires des modifications à propos d'un texte, le texte était révisé.

Ces examens répétés ont permis un ajustement progressif des textes et des questionnaires. Cet ajustement a été fait en observant à la fois les résultats quantitatifs et les commentaires des participants.

Les notes obtenues au questionnaire du premier texte lu, quel qu'en soit la série, étaient souvent inférieures à celles des deux autres textes. Pour pallier ce problème, un texte d'entraînement, «La lune» tiré de (Ska *et al.*, 1996), a été ajouté à la tâche de lecture. Ce texte, désormais le premier à être lu, est bâti sur un modèle similaire aux textes MICRO+MS, mais il n'exige pas une révision du

modèle de situation. Les participants lisent le texte, en font un résumé, répondent à un questionnaire portant sur ce texte et se familiarisent au type de tâche qui leur est demandée. Ils peuvent ensuite lire les 3 autres textes.

Les commentaires des participants concernant les textes Licenciement+MS et Licenciement-MS ont mis en évidence une différence structurelle entre ces textes et les textes MICRO+MS et MICRO-MS de «Avion» et de «Auto». Les textes de «Avion» et «Auto» racontent un rêve dans les trois premiers paragraphes du texte et le retour à la réalité avec le réveil du dormeur dans le dernier paragraphe. Ce dernier paragraphe conduit le lecteur au changement de situation qui rend nécessaire une mise à jour du modèle de situation pour qu'il y ait une bonne compréhension du texte. Les textes de «Licenciement» ne proposaient pas au lecteur une situation rêvée et une situation réelle mais deux situations réelles différentes, la mise à jour du modèle de situation était donc beaucoup plus difficile à faire. Les textes MICRO+MS et MICRO-MS de «Licenciement» n'étaient pas équivalents aux textes MICRO+MS et MICRO-MS des deux autres histoires.

À la suite de cette procédure, les textes Licenciement+MS et Licenciement-MS ont donc été modifiés. La modification a porté sur le dernier paragraphe de ces textes qui conduit maintenant le lecteur à conclure que la première partie du texte n'était qu'un rêve. Le changement de situation suit ainsi le même modèle que dans les deux autres histoires (Avion et Auto).

Dans les questionnaires, certaines questions ont dû être modifiées car elles permettaient plusieurs réponses et ne conduisaient pas obligatoirement le participant à la micro proposition souhaitée.

La mise au point des textes et des questionnaires a été terminée lorsqu'un consensus de dix participants a été atteint pour chacune des séries de textes.

Validation de l'équivalence intrasérielle du matériel

Cette partie rend compte de la deuxième étape de l'élaboration du protocole. Il est très important que les textes d'une même série soient équivalents sur le plan de la structure puisqu'ils sont destinés à évaluer les mêmes niveaux de traitement du texte. Les résultats au rappel de la macrostructure, de la

microstructure et de la mise à jour du modèle de situation (pour les 2 séries concernées) doivent être équivalent au sein d'une même série. Une étude spécifique à ce sujet est donc nécessaire.

Participants

Trente-quatre participants (21 femmes, 13 hommes) âgés de 20 à 40 ans, de langue maternelle française ont été recrutés à l'université de Montréal. Ils ont un minimum de 14 ans de scolarité et n'ont jamais présenté de trouble de lecture. Ils sont sans histoire de troubles neurologiques et psychiatriques.

Matériel

Le matériel comprend un texte d'entraînement et neuf textes répartis en trois séries de trois textes équivalents (un texte «Avion», un texte «Auto» et un texte «Licenciement»).

Procédure (Inter-séries : le participant lit un texte de chaque série)

La procédure de lecture et de notation est la même que celle qui est décrite ci-dessus dans la procédure intra-série. La différence entre la procédure intra-série et inter-séries réside dans le choix des textes présentés au participant.

Le participant lit tout d'abord le texte d'entraînement puis répond aux questions s'y rapportant. Ces réponses ne sont pas comptabilisées. Ensuite, le participant doit lire trois textes relatant trois histoires différentes pour éviter l'apprentissage lié au contenu. L'ordre de présentation des textes est établi selon le carré gréco-latin.

Par exemple, le premier participant lit le texte dont la microstructure a été alourdie (MICRO++) puis il répond au questionnaire correspondant, il lit ensuite un texte MICRO+MS et répond au questionnaire correspondant et enfin il lit un texte MICRO-MS pour lequel la microstructure a été allégée et répond au questionnaire correspondant.

Ex : Avion++ ; Auto+MS ; Licenciement-MS

Le second participant lira un texte MICRO-MS, un texte MICRO+MS et un texte MICRO++

Ex : Avion-MS; Auto+Ms; Licenciement ++ et ainsi de suite.

Les procédures sont identiques pour chaque texte.

Analyses statistiques

Les données ont été soumises à une analyse de variance : test de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) pour données non paramétriques. Cette analyse permet d'ordonner et de comparer les résultats obtenus pour la microstructure et permet ainsi d'évaluer l'équivalence des textes à l'intérieur de chaque série.

Résultats

La macrostructure

La mesure correspond au nombre de macro propositions attendues, exprimées par le participant dans le résumé qu'il fait du texte. Tous les participants ont rapporté 100% des macro propositions qui avaient été jugées indispensables à la compréhension globale des textes. Ce résultat s'applique à tous les textes dans toutes les séries.

Toutefois, une analyse qualitative des résumés révèle les difficultés de certains participants à appliquer les macro règles (Van Dijk & Kintsch, 1983). Ces macro règles (voir introduction) permettent de construire les macro propositions. Certains participants ont construit des résumés plus proches d'un rappel de texte *verbatim* que d'une synthèse d'événements. Ils ont obtenu le maximum des points à la macrostructure puisque les macro propositions qui étaient attendues figuraient dans leur discours, et que cette évaluation ne tenait pas compte des autres informations rapportées.

La microstructure

La mesure correspond au nombre de réponses correctes à une série de questions portant sur les micropropositions (cf : Tableau1).

Série		Avion	Licenciement	Auto	KW
MICRO+MS	Moyenne	80%	81%	82%	$\chi^2 = 0,367$
	Écart-type	8%	5%	5%	$p = 0,832$
MICRO++	Moyenne	83%	76%	77%	$\chi^2 = 1,885$
	Écart-type	8%	12%	12%	$p = 0,390$
MICRO-MS	Moyenne	91%	93%	92%	$\chi^2 = 0,299$
	Écart-type	8%	7%	7%	$p = 0,861$

Tableau1 : Moyennes, écarts-types et test de Kruskal-Wallis (KW) des résultats (pourcentage de réponses attendues) obtenus aux questionnaires portant sur la microstructure des textes «Avion», «Licenciement», «Auto» MICRO+MS, MICRO++ et MICRO-MS.

Les moyennes et les écarts-types des différentes séries indiquent qu'il n'y a pas d'effet plafond, bien que certains résultats soient élevés. De plus, les tests de Kruskal-Wallis révèlent que pour cet échantillon, il n'y a pas de différences significatives entre les textes de même série. Les textes de même série peuvent ainsi être considérés équivalents entre eux pour la microstructure.

La révision du modèle de situation

La mesure est l'expression d'une révision adéquate ou non du modèle de situation, telle que révélée par le biais du résumé et d'une réponse à une question. Tous les participants ont montré qu'ils avaient révisé leur modèle de situation pour *Avion+MS*, *Auto+MS* et *Licenciement+MS*, de même que pour *Avion-MS*, *Auto-MS* et *Licenciement-MS*.

En résumé : il n'y a pas de différences significatives entre les résultats obtenus pour les macrostructures et les microstructures des textes de même niveau. Les modèles de situation ont été correctement révisés dans tous les textes pour lesquels une révision était nécessaire. On peut de ce fait considérer les textes comme équivalents à l'intérieur de chaque série.

Discussion

Trois séries de textes ont été construites dans cette étude en référence à certains niveaux de représentation du modèle de Kintsch (1988).

La construction de ces textes visait une évaluation de la macrostructure, de la microstructure et de la mise à jour du modèle de situation. La structure de surface ou dimension linguistique n'a pas été prise en considération malgré le rôle évident qu'elle a dans la compréhension parce qu'il existe de nombreux tests permettant de l'évaluer sous ses différents aspects. En effet, la plupart des tests utilisés en clinique d'aphasiologie (MT86, BDAE) répondent à ces attentes et évaluent la phonologie, la morphologie, la sémantique et la syntaxe. La création de ces textes devait combler un manque existant dans les tests de compréhension sus cités, mais n'avait pas pour objectif une évaluation totale et globale de la compréhension.

Ces textes ont été construits afin d'être compris par le plus grand nombre, ils ne requièrent aucune connaissance spécifique. La compréhension d'un texte est

cependant particulièrement dépendante d'un contexte environnemental, des connaissances et des motivations du lecteur. L'examineur devra donc tenir compte lors de son évaluation de ces paramètres qui sont extérieurs aux textes et personnels au lecteur.

Les résultats obtenus à la recherche de l'équivalence intrasérielle du matériel indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les textes d'une même série que ce soit pour la microstructure ou pour la macrostructure.

L'ordre de présentation des textes était contrebalancé suivant le carré gréco-latin, ce qui permettait de juger de l'équivalence des séries de textes mais aussi de juger d'un éventuel effet d'apprentissage entre la présentation du premier texte nécessitant la mise à jour du modèle de situation et du second texte nécessitant cette mise à jour. Aucune différence n'a été trouvée dans les résultats qui pouvait suggérer cet effet. Toutefois, les participants ayant tous obtenus 100% à la macrostructure de tous les textes et ayant tous réussi à faire la mise à jour du modèle de situation, il sera important lors de la validation de ce protocole auprès d'autres populations de garder une présentation ou l'ordre d'apparition des textes est contrebalancé de façon à s'assurer qu'il n'existe réellement pas d'effet d'apprentissage entre les deux textes.

Si un effet d'apprentissage devait être mis en évidence, ce serait par un échec à la mise à jour du modèle de situation du premier texte et une réussite de cette mise à jour dans le second texte. Ce résultat serait déjà éloquent quant aux possibles difficultés de compréhension du ou des participants, sachant qu'aucun de nos participants n'a présenté ce type de difficulté.

Les moyennes obtenues au rappel de la microstructure des textes montrent qu'il n'y a pas d'effet plafond pour la microstructure. Cependant, les résultats de la macrostructure sont de 100% pour tous les textes si l'on tient compte des macropropositions systématiquement rapportées par les sujets. Il ne s'agit pas d'un effet plafond, mais d'un résultat attendu. Les participants recrutés pour aider à la construction de ces textes puis pour valider l'équivalence des séries étaient tous jeunes et hautement scolarisés, on pouvait donc s'attendre à des résultats de

macrostructure maximum. Il n'aurait pas été normal que ces sujets ne soient pas capables de comprendre les grandes lignes des textes.

Néanmoins pour certains participants, ces macro propositions apparaissaient au milieu d'un discours qui reprenait aussi les détails du texte comme s'il n'y avait pas eu de réduction et de condensation des informations, comme si les participants n'avaient pu établir de hiérarchie dans l'importance des propositions à rappeler. Considérant que les participants de cette étude sont hautement scolarisés, il est peu probable qu'ils présentent des problèmes de compréhension. Ce comportement est vraisemblablement lié à une difficulté à s'exprimer de façon synthétique. Les résultats ne permettent cependant pas de l'affirmer.

Afin de s'assurer de la compréhension globale du participant, il pourrait lui être demandé de donner un titre au texte et de résumer à nouveau le texte en deux ou trois propositions, ce qui fournirait une information supplémentaire sur sa capacité à réviser un modèle de situation. La révision du modèle de situation étant très liée à la construction de la macrostructure, l'examineur pourrait alors supposer que la compréhension globale du participant est préservée. Tous les participants ont rappelé les détails des textes quelle qu'en soit la charge sémantique : c'était un résultat attendu chez des participants jeunes et hautement scolarisés.

Conclusions

L'objectif de cette étude était de construire puis de valider l'équivalence de 3 séries de textes, chaque série constituée de trois textes équivalents à tous les niveaux de représentation de la compréhension présents dans le modèle de Kintsch (1988). Cet objectif a été atteint.

Cette étude a été uniquement menée auprès de participants jeunes et très scolarisés car l'uniformité des participants était nécessaire à la méthodologie requise pour la construction des textes de façon à ce qu'il n'y ait pas de biais tenant au niveau d'éducation, à des différences socioculturelles ou à l'âge.

Cette étude a constitué une première étape dans la construction d'un protocole d'évaluation de la compréhension de texte. Une seconde étude permettra

d'établir des normes auprès de normo lecteurs présentant différents niveaux de scolarité et dans différents contextes socioculturels puis de valider le protocole auprès de populations présentant des difficultés de compréhension de texte particulièrement auprès de participants âgés sains puis de participants cérébrolésés. Il existe actuellement une absence de consensus concernant l'atteinte des niveaux de représentation de la compréhension dans le vieillissement (Jackson & Kemper, 1993; Radvansky, 1999) et dans certaines populations pathologiques (avec lésion cérébrale droite ou gauche) (Frederiksen & Stemmer, 1993; Ulatowska, Allard, & Chapman, 1990). Jusqu'à présent la compréhension de texte est souvent évaluée comme un traitement exhaustif sans tenir compte des caractéristiques du texte, comme si la compréhension ne pouvait pas varier en fonction des demandes cognitives du texte. En effet, un texte court avec peu de détails pourrait ne pas solliciter les fonctions cognitives (Erikson & Kintsch, 1995) requises au traitement du texte de la même façon qu'un texte riche en détails ceci particulièrement dans des populations âgées qui peuvent présenter certaines baisses cognitives ou dans des populations cérébrolésées qui présentent des déficits cognitifs.

L'utilisation de ce nouveau matériel dans lequel la charge sémantique varie en fonction des textes pourrait permettre d'étudier plus sûrement les différents niveaux de représentation de la compréhension puisque les textes et les questionnaires ont été construits dans cet objectif.

En traitant les textes tels qu'ils sont construits et en répondant aux questionnaires, un participant fournira à l'examineur des indications sur ses éventuelles faiblesses à l'un ou l'autre des niveaux de représentation de la compréhension. Ainsi, un patient se présentant avec des plaintes de compréhension pourrait être capable de rappeler la macrostructure de tous les textes, mais pourrait présenter un déficit dans le rappel de la microstructure des textes MICRO+MS et MICRO++. Ce patient présenterait donc un déficit de compréhension en rapport avec la charge de la microstructure ou encore en rapport avec la gestion des informations du texte (Kintsch & Keenan, 1973). Les résultats ainsi obtenus donneront de bonnes indications pour orienter la rééducation des patients lorsque ce protocole aura été validé.

Références bibliographiques :

Chapman, S. B., Zientz, J., Weiner, M., Rosenberg, R., Frawley, W., & Hope Burns, M. (2002). Discourse Changes in Early Alzheimer Disease, Mild Cognitive Impairment, and Normal Aging. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 16(3), 177–186.

Ehrlich, M.-F. (1994). *Mémoire et compréhension du langage*. Villeneuve d'Ascq: Presses universitaires de Lille.

Erikson, K., A., & Kintsch, W. (1995). Long- term working memory [Review]. *Psychological Review*, 102, 211-245.

Frederiksen, C. H., Bracewell, R. J., Breuleux, A., & Renaud, A. (1990). The cognitive representation and processing of discourse: Function and dysfunction. In Y. Joannette & H. H. Brownell (Eds.), *Discourse ability and brain damage: Theoretical and empirical perspectives*. New York: Springer-Verlag.

Frederiksen, C. H., & Stemmer, B. (1993). Conceptual processing of discourse by a right hemisphere brain-damaged patient. In H. H. Brownell & Y. Joannette (Eds.), *Narrative discourse in normal aging and neurologically impaired adults*. San Diego: Singular Press.

Goodglass, H., & Kaplan, E. (1983). *The Boston diagnostic aphasia examination*. Philadelphia: Lea and Febiger.

Jackson, J. D., & Kemper, S. (1993). Age differences in summarizing descriptive and procedural texts. *Experimental Aging Research*, 19(1), 39-51.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kintsch, W. (1975). *The representation of meaning in memory*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 9, 163-182.

Kintsch, W., & Keenan, J. M. (1973). Reading rate as a function of number of propositions in the base structure sentences. *Cognitive Psychology*, 6, 257-274.

- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion analysis of variance. *J. Amer. Statist. Ass.*, 47, 583-621.
- Nespoulous, J. L., Lecours, A. R., Lafond, D., Lemay, A., Puel, M., Joannette, Y., et al. (1992). *Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie. Edition révisée*. Isbergues: L'Ortho-Édition.
- Propp, V. (1928). *Morphology of the folktale*. Philadelphia: American Folktale Society.
- Radvansky, G. A. (1999). Aging, memory, and comprehension. *Curent Directions in Psychological Science*, 8(2), 49-53.
- Schank, R., & Abelson, R. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding*. Hillsdale: Erlbaum.
- Ska, B., Marchand, N., Stemmer, B., Joannette, Y., Turmel, C.-A., Litalien, S., et al. (1996). Evaluation de la compréhension de discours: Effets de l'âge et de la nature du texte. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 20(3), 187-196.
- Ulatowska, H. K., Allard, L., & Chapman, S. B. (1990). *Narrative and procedural discourse in aphasia*. Springer- Verlag New York Inc.
- Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Waters, H. S. (1978). Superordinate-subordinate structure in semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 587-597.
- Welland, R. J., Lubinski, R., & Higginbotham, D. J. (2002). Discourse comprehension test performance with dementia of the Alzheimer type. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 45(6), 1175-1187.

Annexe 1 (MICRO+MS) : Avion+MS

Laura sentit l'avion s'élever rapidement. C'était une magnifique journée ensoleillée, un vent léger finissait de disperser la brume qui couvrait la ville plus tôt en matinée. Le pilote annonça que l'avion se dirigeait vers le nord-ouest pour contourner ensuite l'Angleterre en direction du Groenland. De là, il ne restait que quelques heures pour atteindre sa destination : New York.

Puis un bruit terrifiant ressemblant à une explosion retentit. Stupéfaite, Laura regarda à travers le hublot. Elle pouvait entendre la pluie s'abattre sur la fenêtre et voir les arbres plier sous la force du vent. L'horreur, le feu semblait s'être emparé de l'engin. Elle sentit l'avion chuter à une vitesse incroyable. Quelques passagers criaient et d'autres avaient été projetés dans l'allée centrale.

La peur frappant et ignorant ce qui se passait, Laura tenta désespérément de se lever. Mais c'était trop tard. Des parties du toit s'étaient effondrées : elle se sentait suffoquer. Soudainement son corps baignait dans l'eau glacée. Quelqu'un criait et tentait de la tirer des eaux. Laura luttait pour reprendre conscience. Elle savait que si elle voulait survivre, elle devait comprendre ce qui se passait.

«Réveille-toi, réveille-toi», lui criait son mari, «tu rêvais». Le mari de Laura l'appelait de l'extérieur de la tente : «Nous ne passerons pas la nuit avec cette tempête». En la tirant par le bras, il hurlait : «La tente s'est affaissée et l'eau pénètre à l'intérieur. Nous devons nous dépêcher car le vent nous emporte vers la falaise.»

Questionnaire correspondant au texte : Avion+MS

I. Évaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Évaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte.

Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 3 où l'on donnera 2 points et 8 où l'on donnera 2 points.

1. Quelle était la météo au moment du départ de l'avion ?
2. Quelle était la météo plus tôt dans la matinée ?
3. Quel trajet devait suivre l'avion ?
4. Vers quel pays l'avion devait-il se diriger après l'Angleterre ?
5. Quelle est la destination finale de ce voyage ?
6. Quelle sorte de bruit a retenti dans l'appareil ?
7. Quel temps faisait-il quand Laura a regardé à travers le hublot ?
8. À la suite du (gros) bruit, qu'est-ce qui a montré que l'avion avait un problème ?
9. Comment les passagers ont réagi ?
10. Qu'est-il arrivé à certains passagers ?
11. Laura n'a pas réussi à se lever, pourquoi ?
12. Où se trouvait le corps de Laura, spécifiez ?
13. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper d'elle ?
14. D'où l'appelait son mari ?
15. Que lui disait son mari ? (Pendant ce temps, que faisait Laura ?)
16. Quelle était la météo ?
17. Que s'était-il passé dans la réalité ? (Qu'est-il arrivé à la tente ?)
18. Pourquoi devaient-ils se dépêcher ?

Total des points : 20

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation

Où est le mari de Laura lorsqu'il lui parle ?

Où est Laura dans le texte ?

Annexe 2 (MICRO++) : Auto++

Martin sentit avec joie l'auto prendre de la vitesse. Cette nouvelle voiture achetée depuis 13 jours répondait parfaitement bien aux sollicitations du chauffeur. Il faisait un temps splendide, idéal pour rouler, une petite brise allait finir de dégager le ciel qui s'était légèrement couvert dans la journée. C'était le 7 juillet 1997 en fin d'après-midi. Sa voisine, qui connaissait le chemin pour l'avoir fait régulièrement pendant une année, annonça qu'il faudrait contourner la ville par le nord pour éviter la circulation puis se diriger vers l'est de la province pour enfin prendre la direction du sud. Alors, il ne resterait que peu de route à faire avant d'arriver sur leur lieu de vacances bien mérité : Boston.

Tout à coup de surprenantes vibrations secouèrent violemment les passagers. Inquiet de la drôle de réaction de son auto, Martin pensa tout d'abord à une mauvaise qualité de la route et il se concentra sur sa conduite. Il sentait le volant trembler sous ses mains et la direction se durcir. L'inquiétude du début se transforma progressivement en véritable affolement. Peu à peu Martin sembla perdre le contrôle des commandes, et les freins ne répondaient plus non plus. La voiture quitta la route, heurta une pierre et se mit à faire des tonneaux dans un bruit assourdissant. Les deux passagers maintenus par leur ceinture de sécurité se retrouvèrent la tête en bas, ils hurlaient.

Cédant à la panique et ne comprenant pas ce qui arrivait, Martin essaya de bouger. Il avait peur que la voiture prenne feu. Il devait se détacher et sortir du véhicule, mais son corps ne répondait plus. Il éprouvait une étrange sensation : chacun de ses membres semblait peser une tonne. L'espace autour de lui s'était restreint, le toit de l'auto s'était peut-être enfoncé : il avait l'impression d'étouffer. Il avait des bouffées de chaleur. Quelqu'un lui parlait et lui caressait les mains. Qui était-ce? Et où était sa compagne de route? Martin luttait pour reprendre conscience. Il savait que s'il voulait vivre, il devait faire l'effort de revenir à la réalité.

Questionnaire correspondant au texte : Auto++

- I. Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.
- II. Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte.

Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 6 où l'on donnera 3 points, et 12, 14, 17 et 18 où l'on donnera 2 points.

1. Quel était le sentiment de Martin, au début du voyage, quand l'auto a pris de la vitesse ?
2. Depuis quand Martin avait-il acheté une nouvelle auto ?
3. Semblait-elle en bon état au début du voyage ?
4. Quelle était la météo au moment du départ ?
5. Quelle était la date du départ et à quel était le moment de la journée ?
6. Pour quelles raisons la voisine de Martin connaissait-elle le chemin ?
(Détaillez.)
7. Quel trajet devait suivre la voiture ?
8. Quelle est la destination finale de ce voyage ?
9. Qu'est-ce qui a inquiété Martin ?
10. Quelles sont les premières pensées de Martin à propos de ces vibrations ?
11. Que fait alors Martin ?
12. Quels autres signes ont montré qu'il y avait un problème ? (Détaillez)
13. Martin maîtrisait-il la situation ?
14. Quel sentiment l'animait alors ?
15. Comment s'est produit l'accident ?
16. Que s'est-il passé, qu'a fait la voiture ?
17. Comment se sont retrouvés les passagers et comment ont-ils réagi ?
18. Qu'est-ce que Martin essayé de faire tout de suite après l'accident ?
19. De quoi avait-il peur ?
20. Pourquoi ne réussit-il pas à bouger ?

21. Pourquoi Martin se sentait-il étouffer ?
22. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper de lui ?
23. Que devait faire Martin s'il voulait vivre ?

Total des points : 30

Annexe 3 (MICRO-MS) : Licenciement-MS

Pierre travaillait dans une compagnie qui avait de moins en moins de contrats. Trente pour cent des employés allaient être licenciés. Embauché depuis peu, il ferait donc parti de ceux-là.

Quelque temps plus tard Pierre va chez son banquier. «J'ai étudié votre situation financière», expliqua celui-ci à Pierre, «Que pensez-vous faire maintenant ?»

«Je n'ai encore rien décidé à propos de mon avenir. Je vais déjà me débarrasser de ma voiture et déménager» répliqua Pierre. Le directeur de la banque proposa alors à Pierre de ne pas prendre de décisions trop hâtives.

«Tu as parlé de déménager en dormant» s'étonna la conjointe de Pierre. Ils étaient sur la route des vacances et Pierre profitant de sa position de passager s'était assoupi. Pierre se souvint alors de son cauchemar.

Questionnaire correspondant au texte : Licenciement-MS

- I. Évaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.
- II. Évaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte.

Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour la question 6 où l'on donnera 2 points.

1. Pierre travaille dans une compagnie. Qu'allait faire la compagnie, précisez ?
2. Qu'allait-il arriver à Pierre ?
3. Pourquoi ?
4. Un peu plus tard, avec qui Pierre a-t-il rendez-vous ?
5. Le banquier a-t-il préparé son entrevue avec Pierre ? (A-t-il étudié son dossier ?)

6. Le banquier demande à Pierre ce qu'il pense faire. Quelles sont les décisions de Pierre pour le court terme ?
7. Quelles sont les décisions de Pierre pour le long terme ?
8. Que lui propose le banquier ?
9. De quoi s'étonne la conjointe de Pierre ?
10. Où étaient Pierre et sa conjointe ?
11. Qu'est-il arrivé à Pierre ?

Total des points : 12

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation :

Où est Pierre en réalité ?

Que lui est-il arrivé ?

Article 2

Chesneau, S., Jbabdi, S., Champagne-Lavau, M., Giroux, F., Ska, B.
Compréhension de textes, ressources cognitives et vieillissement. *Psychologie
et Neuropsychiatrie du vieillissement*. 1,(5) p 47-63, 2007

Compréhension de textes, ressources cognitives et vieillissement

Texts Comprehension, Cognitive Resources and Aging

Sophie Chesneau^{1,2}

Saad jbabdi³

Maud Champagne-Lavau⁴

Francine Giroux¹

Bernadette Ska^{1,2}

¹ Centre de recherche, Institut universitaire de gériatrie de Montréal, 4565, Ch Queen Mary, Montréal (Qc) H3W 1W5 Canada

² Université de Montréal, Faculté de médecine, École d'orthophonie et d'audiologie : C.P. 6128, Succursale Centre-Ville, Montréal, (Québec), H3C 3J7, Canada

³ U678 Inserm/UPMC, Paris, France.

⁴ Pavillon Albert-Prévost, Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal, Montréal (QC) H4K 1B3 Canada

Adresse de correspondance :

Sophie Chesneau, Centre de recherche, Institut universitaire de gériatrie de Montréal, 4565, Ch Queen Mary, Montréal (Qc) H3W 1W5 Canada

Tel : 1 (514) 340 35 40 # 4021 Fax : 1 (514) 340 35 48

[REDACTED]

Résumé

Le vieillissement entraîne un déclin cognitif qui peut être compensé par la mise en place de stratégies. Cette recherche est consacrée à l'étude de la compréhension de textes narratifs dans le cadre du modèle de Kintsch (1988) et des stratégies de lecture mises en place chez l'adulte âgé. Soixante participants, répartis en deux groupes d'âge (20-40 ans et 60-80 ans), ont participé à l'étude. La tâche consiste à lire trois textes narratifs pour lesquels la charge sémantique et la nécessité de faire une mise à jour du modèle de situation varient. Les mouvements oculaires sont enregistrés par un *Eyetracker* (Cambridge Research) durant la lecture. Leur analyse met en évidence des profils de lecture qui permettent d'inférer les stratégies de lecture. Des tâches spécifiques complémentaires sont administrées pour évaluer la mémoire de travail, la mémoire épisodique et les fonctions attentionnelles. Les données des différentes mesures ont montré que la compréhension de textes des adultes âgés étaient sensibles aux caractéristiques des textes qui leur étaient proposés sans que la mise en place de stratégies de compensation n'ait pu être démontrée. Les adultes âgés présentaient des profils de lecture identiques à ceux des jeunes lorsque leur performance en compréhension de textes était identique.

Mots clés :

Vieillissement, compréhension de textes narratifs, caractéristiques des textes, stratégies d'adaptation, mouvement des yeux

Points clés :

Les changements cognitifs associés au vieillissement peuvent être compensés par la mise en place de stratégies d'adaptation.

La compréhension de textes est une activité complexe qui nécessite l'intervention de différentes composantes cognitives telles que la mémoire de travail, la mémoire de travail «à long terme» et les fonctions exécutives. Ces composantes cognitives permettent la mise en place des différents niveaux de représentation de la compréhension de textes (Kinstch, 1988).

La compréhension des adultes âgés est dépendante des caractéristiques des textes (particulièrement de leur charge sémantique).

La mise en place de stratégies d'adaptation n'est pas nécessaire pour augmenter les performances des adultes âgés en compréhension de textes.

Introduction

Le vieillissement entraîne des changements sur les plans organique, psychique mais aussi cognitif. Le langage, très lié à la plupart des activités cognitives, n'est pas épargné par ces modifications. Toutefois les différents systèmes cognitifs ne déclinent pas de façon homogène et il est possible d'observer une variabilité de performances chez un même sujet. À côté de ces notions de déclin cognitif inévitable il existe des théories du «bien vieillir» [1]. Selon certains auteurs, la personne âgée utiliserait progressivement des stratégies lui permettant de pallier l'installation de déficits cognitifs [2]. Selon d'autres auteurs, certaines habiletés sont préservées ou améliorées avec l'âge [3].

Les modifications cognitives qui accompagnent le vieillissement peuvent se répercuter sur toutes les activités de la personne âgée. Si l'intégrité de systèmes cognitifs, comme la mémoire de travail, la possibilité de traiter une information et de faire des inférences, est nécessaire à la compréhension alors le déclin cognitif observé chez la personne âgée pourrait gêner une bonne compréhension. En effet, la compréhension de textes renvoie à une situation complexe qui peut s'analyser aussi bien d'un point de vue linguistique que cognitif. Comprendre un texte, c'est construire des contenus sémantiques à partir des éléments du texte en tenant compte de ses propres connaissances conceptuelles et linguistiques de même qu'en tenant compte de la situation telle qu'on se la représente. Toutefois si l'on se réfère aux théories du «bien vieillir», l'installation progressive de certaines stratégies adaptatives peut permettre au sujet âgé de parvenir au même niveau de performance que le sujet jeune en dépit de son déclin cognitif.

Le but de cette étude est d'identifier les difficultés qu'une personne âgée peut rencontrer dans la compréhension de textes narratifs longs, d'identifier quelles fonctions cognitives conduisent à ces difficultés et quelles stratégies lui permettent de rester performante.

Les modèles actuels sur la lecture de texte,[4-7] s'accordent sur le fait que la compréhension met en jeu plusieurs niveaux de représentation. Le **premier niveau** correspond à la structure de surface ou forme linguistique du texte. Le **second niveau** correspond à son contenu sémantique ou base de texte constituée

par l'ensemble des propositions sémantiques du texte. Ces propositions en plus ou moins grand nombre dans le texte constituent la charge sémantique du texte. Ces propositions sont organisées en un réseau hiérarchique qui forme la **microstructure** et donne l'information locale du texte. L'information globale, les idées générales et importantes du texte sont apportées par la **macrostructure**. La macrostructure est constituée de macropropositions élaborées à partir du traitement des micropropositions du texte. Le **troisième niveau** correspond à la situation inférée par le lecteur à partir des informations du texte et de sa connaissance du monde : c'est le **modèle de situation**. Dans cette étude, nous avons choisi de nous référer plus particulièrement au modèle de Kintsch qui appréhende les différents niveaux de représentation de la compréhension mais aussi les fonctions cognitives qui permettent le passage d'un niveau de représentation à l'autre [8]. La compréhension d'un texte se réalise par cycles et dépend de l'efficacité de différentes mémoires qui ne sont pas spécifiques à la compréhension de textes. La mémoire à court terme permet de stocker des informations provenant de la structure de surface du texte. Cette mémoire permet le passage de la structure de surface à la base de texte. La mémoire de travail dont la capacité est limitée permet le traitement d'un réseau comprenant un nombre restreint de propositions sémantiques dérivées de la structure de surface, de la base de texte ou inférées des connaissances du lecteur. À la fin de chaque cycle de construction-intégration, un réseau de propositions est entièrement traité constituant un modèle de situation stocké dans la mémoire épisodique de texte. Quand le lecteur traite la suite du texte, certaines informations sont liées à la partie déjà traitée et déjà stockée en mémoire à long terme. Kintsch postule qu'une mémoire de travail à long terme permettrait la récupération et la manipulation de ces informations. Cette mémoire de travail à long terme permettrait d'assurer la cohérence globale du texte. Kintsch a étudié la compréhension de textes chez des sujets jeunes et très scolarisés, il n'a donc pas considéré le déclin lié à l'âge de certaines composantes cognitives comme l'attention ou les fonctions d'inhibition qui pourraient jouer un rôle dans la compréhension.

1. Existe-t-il un facteur explicatif à un changement de la compréhension de textes dans le vieillissement?

De nombreuses études transversales ont cherché les mécanismes et processus qui seraient à la base des modifications cognitives dans le vieillissement. Trois facteurs principaux ont été proposés pour expliquer les performances diminuées de personnes âgées comparées à celles des jeunes : une diminution de la capacité de la mémoire de travail, un ralentissement du traitement de l'information et une baisse des capacités d'inhibition [9]. Des études longitudinales [10] ont montré un déclin régulier, linéaire et avec une magnitude importante de la vitesse de traitement, de la mémoire de travail et aussi de la mémoire à long terme.

En rapport avec la compréhension de textes, la notion d'une capacité limitée figurée par une mémoire de travail verbale, associée au traitement des différentes étapes de la compréhension (passage d'un niveau de représentation à l'autre)[7] est celle qui a le plus retenu l'attention. Par ailleurs la vitesse de traitement [11, 12] de même que les capacités d'inhibition [13] sont également présentées comme médiateurs cognitifs de la compréhension de textes.

La capacité de la mémoire de travail est corrélée à des mesures variées de performances dans le traitement du langage [14, 15]. Une relation directe a déjà été établie entre vieillissement, baisse de la mémoire de travail et rappel de listes de mots ou rappel de phrases ou de textes courts [14, 16-18]. De même, Dede *et al* (2004) ont montré que l'âge agit sur la mémoire de travail verbale et que la baisse de la mémoire de travail se répercute ensuite sur le traitement de la compréhension de textes [19]. La mémoire de travail est considérée par ces auteurs comme médiateur du traitement de la compréhension de textes. Cependant, l'emploi dans cette étude du «Nelson–Denny Reading Comprehension» [20] comme test de compréhension de textes représente une limite qui ne permet pas de généraliser la conclusion. En effet, elle ne peut s'appliquer qu'au traitement de petits paragraphes ou de textes très courts tels qu'ils apparaissent dans ce test de lecture. Aucune étude ne s'est intéressée directement à la compréhension de textes complexes ou longs, ni même à la compréhension de textes dont on ferait varier la charge sémantique pour lesquels, comme le suggère le modèle de Kintsch (1988),

la construction de la compréhension met en jeu d'autres processus que la mémoire de travail. La mémoire de travail n'est pas la seule mémoire à la base de la compréhension des textes et elle n'est pas un prédicteur de la compréhension quand les textes sont complexes [17].

Ainsi, même si la mémoire de travail est une composante cognitive incontournable dans la plupart des modèles de traitement du langage [21] il n'apparaît pas évident qu'elle agisse comme un médiateur de la compréhension de discours.

Un ralentissement dans le traitement des informations chez les adultes âgés est évoqué pour rendre compte de déficits en rappel de texte et de déficits en génération d'inférences [15, 22, 23]. Des adultes âgés lisent significativement plus lentement des propositions sémantiques que des adultes jeunes [24]. D'autres analyses détaillées de temps de lecture ont aussi montré que les adultes âgés prenaient plus de temps pour traiter des phrases et des textes de haute densité propositionnelle que des adultes jeunes [25]

Certains auteurs suggèrent que cet allongement du temps de traitement est à l'origine d'un déficit en mémoire de travail [11, 12]. Le ralentissement du traitement provoque une limitation de la mémoire de travail dans sa composante stockage. Les sujets âgés ayant besoin de plus de ressources pour le traitement auraient donc moins de ressources pour stocker de l'information [11, 18]. Cependant, d'autres auteurs proposent l'hypothèse inverse [25, 26]. Le déficit en mémoire de travail précéderait le ralentissement du traitement. Les sujets qui présentent un déficit en mémoire de travail ralentissent le traitement de l'information ou bien traitent l'information en plusieurs fois (étant donnée la capacité réduite de leur mémoire de travail). Le ralentissement de la vitesse de traitement chez les adultes âgés apparaît indiscutable. Cependant le rôle de la vitesse de traitement comme médiateur cognitif de la compréhension de discours n'apparaît pas clairement à cause du sens non établi de sa relation avec la mémoire de travail.

Selon certains auteurs [27, 28], une baisse des capacités d'inhibition pourrait être à l'origine des déficits cognitifs et particulièrement des troubles de compréhension de discours observés chez l'adulte âgé. Les participants âgés

seraient moins efficaces que les participants jeunes dans la sélection de l'information à traiter dans un contexte donné. Ces difficultés à sélectionner les informations entraîneraient des problèmes en compréhension de textes. Les participants âgés seraient moins performants que des participants jeunes dans l'organisation mentale des idées du texte. En conséquence, ne sélectionnant pas l'information importante, ils auraient une moins bonne mémoire de ce qui est important dans le texte que les sujets jeunes [13]. Cependant, ce constat n'est pas généralisé. En effet, des lecteurs âgés se sont montrés aussi bons dans le traitement conceptuel du texte que des lecteurs jeunes dans la lecture de textes narratifs longs [29]. Ces auteurs expliquent cette performance par la possibilité d'un recours à la connaissance de la structure d'une histoire qui supporterait le traitement conceptuel. Ce recours à la structure se produirait plus facilement dans le cas d'un texte narratif long que dans celui d'un texte narratif court ou d'un texte procédural.

Les études qui ont tenté d'établir une relation entre d'une part la mémoire de travail, la vitesse de traitement et les capacités d'inhibition et d'autre part la compréhension de textes chez la personne âgée n'ont donc pas réussi à établir clairement le rôle respectif de chacun de ces médiateurs potentiels. En conséquence, ces composantes cognitives ne peuvent pas être présentées comme médiateur unique de la compréhension de textes. L'alliance de deux d'entre elles et parfois même des trois est fréquemment suggérée. Ainsi, une baisse des capacités d'inhibition alliée à une baisse simultanée de la vitesse de traitement pourrait expliquer les performances chez l'adulte âgé [30]. Ou encore, une baisse de la mémoire de travail provoquée par une baisse de la vitesse de traitement dans le cadre d'une diminution des capacités d'inhibition caractériserait le traitement de la compréhension de textes chez l'adulte âgé [18, 21].

La responsabilité d'un facteur cognitif unique qui serait à l'origine des changements observés dans la compréhension de textes au cours du vieillissement semble difficile à établir et reste sujette à de nombreuses controverses.

2. Vieillissement et mise en place de nouvelles stratégies, qu'en est-il de la compréhension ?

Une littérature importante en psychologie a exploré les processus de compensation chez des adultes âgés normaux en relation avec un déclin cognitif physiologique aussi bien que chez des patients souffrant d'un handicap physique, psychique, sensoriel ou cognitif [1, 31-34].

Le vieillissement normal suppose de nombreux changements incluant tout aussi bien les gains que le maintien ou les pertes. Ces changements entraînent une adaptation progressive de l'adulte à son état du moment. Une adaptation réussie permet alors d'établir un équilibre entre les pertes et les gains obtenus. Cette adaptation peut se faire par la mise en place de stratégies de compensation lorsqu'il s'agit de pertes. Ces stratégies de compensation donnent la possibilité à la personne qui les utilise d'atteindre un but en dépit d'une perte ou d'atteindre au moins un certain niveau de satisfaction (pour une revue de la littérature voir [2]). Toutefois, l'influence de perceptions subjectives ou de croyances peut nuire à la mise en place de comportements de compensation chez la personne âgée [35]. En effet, certains adultes âgés imaginent qu'ils sont moins performants dans des tâches de mémoire en raison de leur âge et qu'ils ne peuvent pas réussir la tâche qui leur est demandée. Hertzog *et al* (1998) constatent que ces adultes âgés ne mettent pas en œuvre les mécanismes de compensation nécessaires alors que ceux qui pensent pouvoir réussir la tâche malgré ce déficit engagent des mécanismes de compensation adéquats et présentent un meilleur niveau de performance que les autres.

Différents modèles examinent les mécanismes de mise en place des stratégies de compensation dans le vieillissement [2]. Toutefois la question selon laquelle des mécanismes ou des stratégies d'adaptation interviendraient dans une tâche de compréhension de textes demeure irrésolue dans le contexte d'un vieillissement normal. Une littérature importante s'est intéressée aux sujets présentant des troubles de la lecture que ce soient des enfants en difficulté d'apprentissage ou bien des adultes présentant des troubles acquis de la lecture consécutifs à une lésion cérébrale. Peu d'études ont cherché quelles stratégies permettraient à un

adulte âgé de garder le même niveau de performance qu'un adulte jeune en compréhension de textes longs. Soederberg *et al* (1998) ont présenté une étude dans laquelle il est apparu d'une part que des sujets âgés devaient ralentir leur lecture pour demeurer de bons lecteurs et d'autre part qu'ils tiraient plus parti d'une mise en contexte (comme l'ajout d'un titre) que les adultes jeunes [36]. Toutefois la procédure de présentation des textes par avancement de fenêtre mobile utilisée dans cette étude est discutable car peu écologique dans le cas de textes longs où elle interdit les retours en arrière et sollicite donc très fortement la mémoire. Les résultats obtenus par cette procédure sont difficilement interprétables dans le cas d'adultes âgés pour lesquels on ne peut savoir quelle est la part dévolue au traitement du texte et quelle est la part dévolue à la manipulation dans l'allongement du temps observé. Il serait souhaitable, afin d'étudier les stratégies mises en œuvre par des lecteurs âgés dans la lecture de textes longs, de faire appel à des méthodes plus écologiques telle que l'analyse du mouvement des yeux pendant la lecture. Cette technique peut se révéler très intéressante dans l'étude comparative de plusieurs populations de sujets pour lesquelles on sait que la compréhension de textes peut parfois être altérée ou pour montrer que des stratégies de lecture peuvent varier en fonction des populations testées [37].

Les variabilités de mesure observées par l'intermédiaire de cette technique sont dépendantes du texte lu mais aussi du lecteur. Les temps et lieux de fixation varient en fonction du niveau d'expertise du lecteur. La plupart des retours en arrière dans le texte (régressions) sont dus à des problèmes de compréhension de textes [38].

L'analyse du mouvement des yeux permet de mesurer le nombre de fixations, les temps de fixation et le nombre de régressions pendant la lecture d'un texte. Ces mesures définissent des profils de lecture qui peuvent permettre d'inférer sur d'éventuelles stratégies de lecture.

En résumé :

- Les différentes mémoires qui, selon Kintsch, permettent le passage d'un niveau de compréhension à l'autre lors de la lecture de textes n'ont pas été

étudiées dans le contexte du vieillissement. Par ailleurs, les études basées sur le modèle de Kintsch n'ont pas tenu compte de la vitesse de traitement de l'information ou des capacités attentionnelles des lecteurs (fonctions inhibitrices) dans le passage d'un niveau de compréhension à l'autre.

- La mise en place de stratégies de compensation essentielle dans «un vieillissement réussi» demeure peu claire dans le cadre de la lecture de textes narratifs longs.

Le premier objectif de l'étude est de documenter l'impact du déclin des différentes mémoires impliquées dans le modèle de Kintsch [7], ajouté à l'impact d'une baisse de la vitesse de traitement et des capacités d'inhibition sur deux niveaux de représentation de la compréhension de textes : la base de texte (microstructure et macrostructure) et la mise à jour du modèle de situation lors de la compréhension de textes narratifs de charge sémantique variée.

L'état des connaissances permet de formuler les hypothèses suivantes :

Le rappel de la microstructure chez les personnes âgées est relié à la charge sémantique du texte. Le rappel de la macrostructure et la mise à jour du modèle de situation ne sont pas modifiés dans le vieillissement.

Le second objectif de l'étude est d'identifier les stratégies, mises en évidence par l'étude du mouvement des yeux, qui permettent aux adultes âgés de présenter un niveau de performance en compréhension de textes identique à celui des adultes jeunes.

Les hypothèses suivantes sont proposées :

Une augmentation des temps de fixation ainsi que du nombre de fixations et de régressions sera enregistrée chez les participants âgés pour lesquels la performance en compréhension de textes équivaut à celle des participants jeunes lorsque le texte a une microstructure chargée.

Pour un texte dont la microstructure est allégée, les profils des mouvements des yeux seront les mêmes chez les sujets âgés et chez les sujets jeunes.

Méthodes

Participants

Les participants se répartissent en deux groupes : 31 participants adultes jeunes (8 hommes et 23 femmes) de 21 ans à 40 ans (moy 27 ans) ayant de 13 à 20 ans de scolarité (moy 16 ans) et 30 participants adultes âgés (9 hommes et 21 femmes) de 60 à 80 ans (moy 69 ans) ayant de 12 à 20 ans de scolarité (moy 15 ans).

Les critères d'inclusion sont : langue maternelle française, niveau d'éducation supérieur ou égal à 13 ans pour les participants jeunes et 12 ans pour les participants âgés, score supérieur ou égal à 27 au MMS [39], vision normale ou corrigée et dominance manuelle droite (score de 90 % minimum au test d'Edinburg [40]).

Les critères d'exclusion sont : avoir un trouble neurologique ou psychiatrique, et avoir un trouble dyslexique. Ces informations ont été obtenues par un questionnaire adressé aux participants.

Épreuves neuropsychologiques

Les tests suivants ont été administrés aux participants :

- Pour la mémoire de travail : empan de chiffres de l'échelle de mémoire révisée de Wechsler [41, 42] et Alpha Span qui permet de mesurer des empan et manipulations de mots [43].
- Pour la mémoire à long terme : test de Buschke [44].
- Pour la mémoire épisodique : première histoire logique de l'échelle de mémoire révisée de Wechsler [41, 42].
- Pour la mémoire de travail à long terme : rappel de la seconde histoire logique de l'échelle de mémoire révisée de Wechsler [41, 42] en appliquant une procédure différente de la procédure classique. Dans ce test, la lecture du texte est interrompue pendant plus de 30 secondes pendant lesquelles le sujet doit effectuer une tâche de remplissage (il devra compter à l'envers de 3 en 3 à partir de 100). Puis la lecture du texte reprend là où elle a été arrêtée jusqu'à la fin du texte. La suite de la procédure est identique à celle qui est appliquée lors des rappels de textes du Wechsler mémoire.

- Pour les capacités attentionnelles et d'inhibition : Stroop Victoria [45].
- Pour les fonctions exécutives et attentionnelles : tour de Londres [46] et Trail Making Test partie B [47].

Épreuve de compréhension de lecture

Le matériel est constitué d'un texte d'entraînement et de neuf textes expérimentaux répartis en trois séries de trois textes équivalents. En effet, plusieurs textes sont nécessaires pour évaluer les différents niveaux de représentation visés par l'étude. Trois thèmes différents sont abordés dans les textes. Ainsi, chaque participant lit le texte d'entraînement et trois textes expérimentaux variant par le contenu et par la forme. Les trois textes différents par le contenu mais équivalents par la forme constituent une série. L'équivalence des textes au sein de chaque série a fait l'objet d'une étude particulière (Chesneau *et al*, soumis).

Chaque série de textes a été conçue spécifiquement pour mettre en évidence d'éventuelles faiblesses dans le traitement d'un niveau de représentation de la compréhension de textes. Entre les séries, les textes varient par le nombre de propositions sémantiques à traiter (MICRO+; MICRO++; MICRO-) et par la nécessité de faire une mise à jour du modèle de situation (MS).

La charge sémantique des textes varie en fonction des séries.

Dans les textes MICRO+/MS: la microstructure est chargée (90 propositions sémantiques) et une mise à jour du modèle de situation est nécessaire.

Dans les textes MICRO++, obtenus par une dérivation des textes MICRO+/MS : la microstructure est très chargée (plus de détails que dans les textes MICRO+/MS :135 propositions sémantiques) mais le modèle de situation ne nécessite pas de mise à jour.

Dans les textes MICRO-/MS, obtenus par une dérivation des textes MICRO+/MS : La microstructure est allégée (moins de détails que dans les textes MICRO+/MS : 43 propositions sémantiques) et une mise à jour du modèle de situation est nécessaire.

Chaque texte est assorti d'un questionnaire dans lequel sont testées la macrostructure, la microstructure et la mise à jour du modèle de situation (pour les textes MICRO+/MS et MICRO-/MS). Le participant doit faire un résumé du texte afin d'en rappeler la macrostructure, un certain nombre de macropropositions prédéterminées sont attendues. Ces macropropositions correspondent aux idées principales du texte, elles ont été validées lors d'une précédente étude (Chesneau *et al*, soumis). Il répond ensuite oralement au questionnaire portant sur les micropropositions sémantiques du texte. Ce questionnaire a été construit de façon à ce que les réponses ne soient pas indicées par les questions. Finalement pour les textes MICRO+/MS et MICRO-/MS, il répond à deux questions permettant plus spécifiquement d'évaluer la mise à jour du modèle de situation.

Dispositif technique.

L'expérience est contrôlée par un ordinateur PC (2GHz) et 2 écrans interconnectés. Un écran de haute résolution de 19 pouces affiche le texte à lire (caractères noirs sur fond blanc) pendant que l'autre écran permet de suivre le tracé des mouvements des yeux. Les mouvements des yeux sont enregistrés par un Video Eyetracker Toolbox (VET) (Cambridge research) par la technique du reflet cornéen¹. La résolution spatiale du système est de 0.1° et la fréquence d'échantillonnage est de 50HZ. Pour éviter au participant de trop bouger, il repose la tête sur une mentonnière. Chaque nouvelle présentation de texte est précédée d'une phase de calibrage² bi-dimensionnel. Lors de la lecture, les données représentant les coordonnées x et y du déplacement de l'œil sont stockées automatiquement dans l'ordinateur pour les traitements ultérieurs qui détermineront à la fois le parcours spatial du regard (position des fixations et

¹ Le principe consiste à envoyer au centre de la pupille une lumière infrarouge émise par un ensemble de diodes. En retour, la lumière infrarouge réfléchiée par la cornée passe au travers d'une lentille et dessine sur le détecteur optique une image infra rouge complète de l'œil. Le signal de sortie est amplifié afin de calculer la position du centre de gravité de la lumière sur l'image. La position de ce centre de gravité dépend de la position de l'œil. Trois intensités lumineuses peuvent être émises en retour en fonction de la zone de réflexion du rayon : l'intensité la plus forte est émise par la sclère blanche, une intensité moins importante provient de l'iris et l'intensité la plus basse est émise par la pupille. Le VET éclaire l'œil avec deux faisceaux infra-rouges pour créer deux reflets distincts sur la cornée. L'utilisation de deux sources lumineuses permet au système de suivre l'œil et de déterminer la géométrie de l'œil avec plus d'exactitude.

² Le calibrage consiste pour le sujet à fixer successivement 20 points qui apparaissent à égale distance sur l'écran et permettent au VET de repérer la relation entre le lieu de fixation d'un sujet et l'endroit où se trouvent les deux reflets cornéens sur l'image vidéo.

trajectoire de lecture) et le décours temporel (durée des fixations). Ce traitement permet de déduire de l'ensemble des données un ensemble de saccades de progression et de régression (mouvements de l'œil qui poursuit la lecture ou au contraire retourne en arrière dans le texte) et de fixations sur lesquels portera l'analyse statistique.

Procédure

Les participants ont été rencontrés au cours d'une session de quatre-vingt-dix minutes à l'institut universitaire de gériatrie de Montréal. Ils ont été testés individuellement dans un local calme.

Les tests psychométriques ont été administrés selon la procédure standard prévue par leurs auteurs sauf pour l'évaluation de la mémoire de travail à long terme pour laquelle la procédure est décrite ci-dessus.

L'épreuve de lecture a été réalisée en première partie de séance. Les participants ont été préalablement prévenus qu'ils auraient quatre textes à lire et qu'ils devraient répondre à un questionnaire après chaque lecture. Les textes étaient présentés sur un écran d'ordinateur avec une police de 20 points. Chaque texte tenait entièrement sur l'écran pour permettre au lecteur de revenir en arrière et d'aller rechercher de l'information s'il en avait besoin pour assurer sa compréhension. L'écran était à 57 cm de la mentonnière sur laquelle s'installait le participant. Les mouvements des yeux étaient enregistrés pendant la lecture.

Les participants lisaient silencieusement le texte d'entraînement sans contrainte de temps et répondaient au questionnaire correspondant puis lisaient, suivant une procédure identique, un texte appartenant à chacune des séries de textes. L'ordre des textes était contrebalancé.

La calibration du *Eyetracker* (voir ci-dessus) était effectuée avant chaque lecture. Les réponses des participants aux questionnaires étaient enregistrées sur magnétophone et retranscrites.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées en deux temps

1. Des comparaisons de moyennes (test t) ont été réalisées sur chacune des variables étudiées dans la comparaison des groupes jeunes vs âgés sauf pour l'étude de la macrostructure dans chaque texte pour laquelle les données n'avaient pas une distribution normale. Un test de Mann-Whitney a été réalisé pour cette variable particulière[48].

Des corrélations de Pearson ont ensuite été calculées entre résultats aux tests neuro-psychologiques et résultats au rappel de la microstructure, puis entre les mesures des mouvements des yeux et les rappels de la microstructure des différents textes.

2. Des *analyses hiérarchiques en grappe* ont été conduites pour chaque série de textes sur la base des performances en lecture de l'ensemble des participants en utilisant les paramètres suivants : temps de lecture et pourcentage de réponses correctes à la microstructure. Ces paramètres ont été choisis dans la mesure où ils permettent de définir des habiletés en lecture. Les données ont été transformées en notes z. La méthode de Ward a été utilisée avec comme mesure de proximité la distance Euclidienne au carré [49]. Le but de cette analyse était de regrouper les participants selon leur performance en lecture sans tenir compte de leur âge.

Des tests de Mann-Whitney ont été réalisés sur les moyennes des variables neuropsychologiques et sur les moyennes des mesures des mouvements des yeux des groupes de participants révélés par l'analyse en grappe. Ces tests non paramétriques (Mann-Whitney) ont été utilisés en raison du faible nombre de participants dans chaque groupe.

Résultats

La présentation des résultats se fait en deux parties :

1. Les résultats des participants selon leur groupe d'âge
2. Les résultats selon des regroupements établis à posteriori par des analyses en grappe qui rassemblent les participants en fonction de leur temps de lecture et des

résultats qu'ils ont obtenus aux questionnaires portant sur la microstructure des différents textes.

1. Résultats des participants selon leur groupe d'âge (Impact de l'âge sur la compréhension de textes et les mouvements des yeux)

Cette première partie rend compte de l'évaluation de l'impact du vieillissement sur les composantes cognitives, la compréhension de textes, et les mouvements des yeux pendant la lecture et des liens prévalant entre certaines composantes cognitives et la compréhension de textes.

Fonctionnement cognitif : les résultats aux épreuves neuropsychologiques.

	Buschke	Span chiffres	Span mots	Alpha span	Wechsler Histoire 1 immédiat	Wechsler Histoire 1 différé	Wechsler Histoire 2 immédiat	Wechsler Histoire 2 différé
Jeunes	14,73	7,27	4,97	35,17	19,73	18,67	18,07	18,27
n=31	(1,081)	(0,74)	(0,71)	(7,95)	(3,56)	(3,51)	(2,74)	(2,9)
Âgés	13,63	6,77	4,4	31,53	17,33	16,37	13,93	13,23
n=30	(1,564)	(1,04)	(0,56)	(5,73)	(3,15)	(3,71)	(3,44)	(3,98)
p	0,002	0,04	0,001	0,047	0,008	0,017	<0,001	<0,001

Tableau 1 : Résultats (moyenne, DS) aux épreuves neuropsychologiques de mémoire (voir Méthodes) dans les groupes des sujets jeunes et des sujets âgés. Les groupes ont été comparés par tests t et la valeur de p est indiquée pour chaque épreuve.

	Stroop Temps	Stroop Erreur	TMT Erreur	TMT Temps
Jeunes	20,26 (4,23)	0,27 (0,58)	0,13 (0,34)	59,7 (16,66)
Agés	31,50 (10,07)	0,87 (1,65)	0,62 (1,04)	108,6 (45,37)
p	<0,001	0,06	0,023	0,001

Tableau 2 : Résultats (moyenne, DS) aux épreuves neuropsychologiques d'attention (Test de Stroop et TMT Voir Méthodes) dans les groupes des sujets jeunes et des sujets âgés. Les groupes ont été comparés par tests de t et la valeur de p est indiquée pour chaque épreuve.

Les comparaisons de moyennes montrent que les résultats des participants âgés sont significativement inférieurs à ceux des participants jeunes à toutes les épreuves neuropsychologiques, mais leurs scores demeurent dans les moyennes standardisées pour leur groupe d'âge (cf. tableaux 1 et 2).

Résultats à la compréhension de textes en fonction des différentes séries de textes

Les deux niveaux de représentation de la compréhension de textes évalués sont la base de texte comprenant macrostructure et microstructure et la révision du modèle de situation.

La mesure de la macrostructure correspond au nombre de macropropositions attendues, rapportées par le participant dans le résumé qu'il fait du texte.

La mesure de la microstructure correspond au pourcentage de réponses exactes à une série de questions portant sur les micropropositions du texte.

La mesure de la révision du modèle de situation correspond aux réponses à deux questions portant sur la révision du modèle de situation dans le cas des textes MICRO+/MS et MICRO-/MS. La révision du modèle de situation ayant été explicitée chez 100% des participants, il n'y a pas eu d'analyse statistique.

	Macro: MICRO+/MS	Micro: MICRO+/MS (DS)	Macro: MICRO++ (DS)	Micro: MICRO++ (DS)	Macro: MICRO- /MS	Micro: MICRO- /MS (DS)
Jeunes	100	81 (6,6)	100	80 (11,2)	100	90 (8,6)
Âgés	99	74 (13,2)	99	66 (11,2)	97	84 (12,5)
p	>0,05	<0,05	>0,05	<0,0001	<0,05	>0,05

Tableau 3 : Pourcentage de réponses correctes à la microstructure et à la macrostructure (moyenne, DS) des textes MICRO+/MS, MICRO++ et MICRO-/MS dans les groupes des sujets jeunes et des sujets âgés. Les groupes ont été comparés par tests t et la valeur de p est indiquée pour chaque épreuve.

Les analyses statistiques montrent que les participants âgés rappellent significativement moins bien la macrostructure que les participants jeunes lorsque le texte est peu chargé sémantiquement (MICRO-/MS) alors qu'ils la rappellent comme les participants jeunes lorsque les textes sont sémantiquement chargés (MICRO+/MS, MICRO++). À l'inverse, les participants âgés rappellent

significativement moins bien la microstructure des textes chargés sémantiquement (MICRO+/MS, MICRO++) et aussi bien que les participants jeunes dans le cas de textes peu chargés sémantiquement (MICRO-/MS).

La mise à jour du modèle de situation est correctement réalisée chez tous les participants jeunes et âgés.

Résultats mis en évidence par le *Eyetracker* :

Mouvements des yeux

Les mesures réalisées par le *Eyetracker* pendant la lecture d'un texte sont : le temps total de lecture, le nombre de fixations, la médiane du temps de fixation, et le nombre de saccades de régression. La médiane du temps de fixation a été choisie comme mesure afin d'éliminer les valeurs extrêmes des temps de fixation.

	MICRO+/MS			MICRO++			MICRO-/MS		
	Jeunes	Âgés	p	Jeunes	Âgés	p	Jeunes	Âgés	p
Temps de lecture (secondes)	72 (22)	75 (15)	0,62	95 (34)	99 (29)	0,68	39 (12)	43 (15)	0,38
Nombre de fixations	147 (60)	173 (44)	0,1	204 (87)	230 (78)	0,34	79 (31)	98 (47)	0,1
Temps de fixation (millisecondes)	202 (22)	209 (15)	0,23	200 (18)	206 (22)	0,017	201 (24)	206 (22)	0,4
Nombre de régressions	49 (17)	58 (23)	0,14	63 (24)	76 (30)	0,12	25 (9)	30 (12)	0,14

Tableau 4 : Valeurs (moyenne et déviation standard) des mesures des mouvements des yeux pour chaque texte dans les groupes jeunes et âgés. MICRO+/MS : texte avec microstructure chargée et mise à jour du modèle de situation. MICRO++ : texte avec microstructure chargée sans mise à jour du modèle de situation. MICRO-/MS : texte avec microstructure allégée et mise à jour du modèle de situation. Les groupes ont été comparés par tests de t et la valeur de p est indiquée pour chaque paramètre.

Dans l'analyse du mouvement des yeux, seule la médiane du temps de fixation apparaît significativement plus élevée chez les participants âgés que chez les participants jeunes dans les textes MICRO++ ($t(43)=2,48$; $p < 0,05$). Les participants âgés fixent donc plus longtemps les mots dans les textes très chargés sémantiquement.

Corrélations entre les résultats aux épreuves neuropsychologiques et les mesures des niveaux de représentation de la compréhension en fonction des différentes séries de textes

	Alphaspan	Wechsler Histoire 1 immédiat	Wechsler Histoire 2 immédiat	Wechsler Histoire 2 différé	Stroop Temps	TMT Temps
MICRO+/MS	$r=0,376^{**}$	$r=0,179$	$r=0,323^{*}$	$r=0,321^{*}$	$r=-0,366^{**}$	$r=-0,459^{**}$
MICRO++	$r=0,200$	$r=0,303^{*}$	$r=0,433^{**}$	$r=0,411^{**}$	$r=-0,161$	$r=-0,246$

Tableau 5 : Corrélations entre les résultats aux épreuves neuropsychologiques de mémoire et d'attention et le pourcentage de réponses correctes au questionnaire portant sur la microstructure des textes MICRO+/MS et MICRO++. MICRO+/MS représente le texte avec une microstructure chargée avec mise à jour du modèle de situation. MICRO++ représente le texte avec une microstructure très chargée sans mise à jour du modèle de situation. * : $p < 0,05$, ** : $p < 0,01$

Les analyses de corrélation de Pearson révèlent des corrélations significatives pour l'ensemble des participants jeunes et âgés entre la mémoire de travail, la mémoire de travail à long terme, la mémoire épisodique et les résultats au rappel de la microstructure des textes MICRO+/MS ou MICRO++ (Tableau 5). L'attention (Stroop) et les fonctions exécutives (TMT) sont corrélées significativement dans leur composante temporelle au pourcentage de réponses exactes du questionnaire portant sur la microstructure des textes MICRO+/MS (Tableau 5).

Corrélations entre les mesures des mouvements des yeux et le pourcentage de réponses correctes à la microstructure.

L'analyse de corrélation de Pearson ne révèle aucune corrélation significative.

Aucun des paramètres étudiés dans le mouvement des yeux en dehors du temps de fixation dans les textes MICRO++ n'apparaît significativement différent dans les populations jeunes et âgées. Ces résultats sont marqués par une très grande hétérogénéité à l'intérieur de chaque population. Il existe des lecteurs rapides et des lecteurs lents aussi bien dans le groupe des participants jeunes que dans le groupe des participants âgés, certains participants jeunes font peu de fixations

alors que d'autres en font beaucoup. Cette hétérogénéité est présente dans toutes les mesures enregistrées par le *Eyetracker*.

2. Résultats selon des regroupements établis a posteriori par des analyses en grappe

Analyse des résultats obtenus aux textes MICRO+/MS

- **Nombre de profils de lecture et composition de ces profils**

Trois profils de lecture ont été mis en évidence par les regroupements issus de l'analyse en grappe. La répartition des participants dans ces trois profils est illustrée dans la figure 1a.

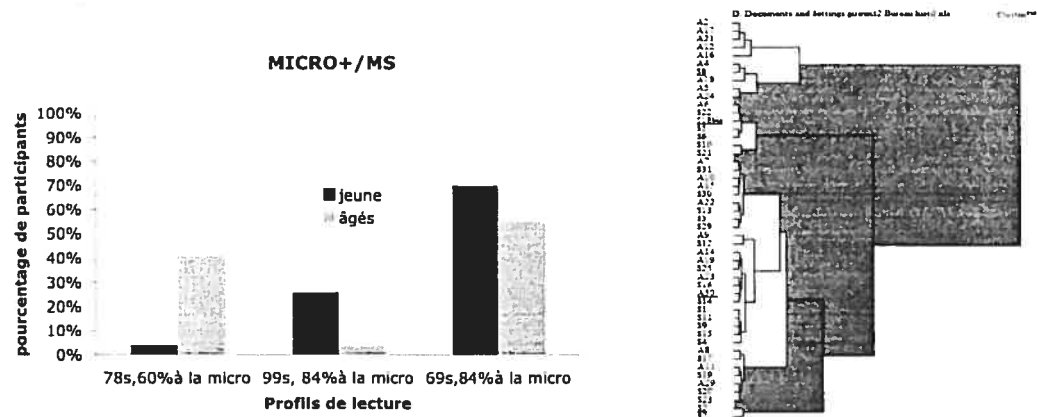


Figure 1a : Répartition des participants dans les différents profils de lecture pour MICRO+/MS

Figure 1b : Analyse en grappe : texte MICRO+MS, A : âgé, S : jeune

- **Patron de performance aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux des regroupements issus des analyses en grappe**

Le tableau 6 rapporte les moyennes obtenues aux tests neuropsychologiques et aux mesures des mouvements des yeux par profil de lecture.

		Profils de lecture		
		78s-60% micro Âgés n=9 Jeunes n=1	99s-84% micro Âgés n=1 Jeunes n=6	69s-84% micro Âgés n=12 Jeunes n=16
Tests neuropsychologiques	Buschke	14,1	15	14
	Span mots	4,4	4,5	4,70
	Alphaspan	27,4*	33	36
	Wechsler Histoire 1	16,4	19	18,5
	Wechsler Histoire 2	13,3*	16	17
	Stroop couleur (secondes)	29	18,85*	26
Mouvements des yeux	TMT (secondes)	107*	59	73
	Temps de fixation (msec)	202	217	203
	Nombre de régressions	64,4	64	47,5

Tableau 6 : Résultats aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux dans les 3 groupes correspondant aux différents profils de lecture d'après l'analyse en grappe pour le texte MICRO+/MS. Les groupes ont été comparés par tests de Mann Whitney * $p < 0,05$ versus sujets du groupe 69s-84% *micro*.

Un groupe de lecteurs lents constitué à 90% par des adultes âgés présente un rappel pauvre de la microstructure (78s; 60%). Ces participants se différencient significativement des participants qui ont une lecture rapide avec un rappel correct de la microstructure (68s; 84%) par un score significativement inférieur aux tests neuropsychologiques mesurant la mémoire de travail ($z = -3,4$; $p < 0,05$), la mémoire de travail «à long terme» ($z = -2,4$; $p < 0,05$) et les fonctions exécutives ($z = -2,5$; $p < 0,05$).

Un groupe de lecteurs constitué essentiellement d'adultes jeunes (85,6%) présente une lecture lente (99s) avec un bon rappel de la microstructure (84%). Il se différencie des deux autres groupes par un score significativement supérieur dans la vitesse d'exécution du Stroop ($z = -2,4$; $p < 0,05$) qui mesure les fonctions exécutives et l'attention.

Les différences observées dans l'enregistrement des mouvements des yeux ne sont pas significatives entre ces différents regroupements.

Analyse des résultats obtenus aux textes MICRO++

- **Nombre de profils de lecture et composition de ces profils**

Quatre profils de lecture ont été mis en évidence par les regroupements issus de l'analyse en grappe. La répartition des participants dans ces quatre profils est illustrée dans la figure 2a.

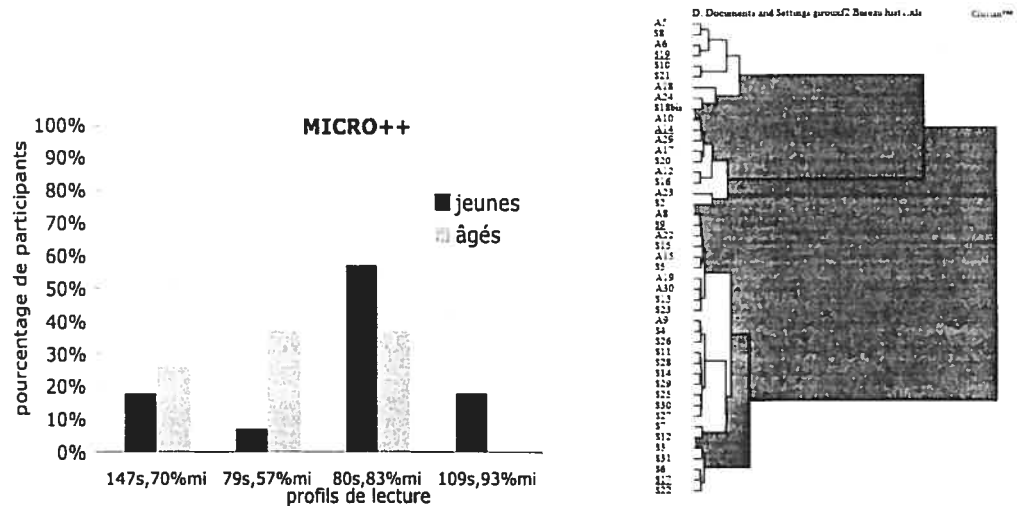


Figure 2a : Répartition des participants suivant les profils de lecture à MICRO++

Figure 2b: Analyse en grappe : textes MICRO++, A : âgé, S : jeune

- **Patron de performance aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux des regroupements issus des analyses en grappe**

Le tableau 7 rapporte les moyennes obtenues aux tests neuropsychologiques et aux mesures des mouvements des yeux par profil de lecture.

		Profils de lecture			
		147s.70%micro Âgés n=4 Jeunes n=5	79s.57%micro Âgés n=6 Jeunes n=2	80s.83%micro Âgés n=6 Jeunes n=16	109s.93%micro Âgés n=0 Jeunes n=5
Tests neuro- psychologiques	Buschke	14,33	14,5	14	15
	Span mots	4,4	4,4	4,9	5
	Alphaspan	29*	31,5	35	39
	Wechsler Hist 1	15,8	18,5	18 [†]	22
	Wechsler Hist 2	13,8*	17	17,5 [†]	21
	Stroop (sec)	29	25	25 [†]	17
	TMT (sec)	78	80	73 [†]	51,6
Mouvement des yeux	Temps de fixation (msec)	226,7*	201,2	199,5	200
	Nombre de régressions	97,2**	66,25	55 [†]	76

Tableau 7 : Résultats aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux dans les 5 groupes correspondant aux différents profils de lecture d'après l'analyse en grappe pour le texte MICRO++. Les groupes ont été comparés par tests de Mann Whitney * $p < 0,05$ vs sujets du groupe 80s-83% micro. ** $p < 0,01$ vs sujets du groupe 80s-83% micro. [†] $p < 0,05$ vs sujets du groupe 109s-93% micro.

Un groupe de lecteurs lents présente un rappel pauvre de la microstructure (147s;70%). Il se différencie des autres groupes de participants par un score significativement inférieur aux tests neuropsychologiques mesurant la mémoire de travail ($z = -2,1$; $p < 0,05$) et «la mémoire de travail à long terme» ($z = -2$; $p < 0,05$) et par une augmentation de temps de fixation ($z = -3$ $p < 0,05$) et du nombre de régressions ($z = -3,87$; $p < 0,05$).

Un groupe de lecteurs rapides présente un rappel très pauvre de la microstructure (79s ;57%). Il est constitué essentiellement d'adultes âgés (75%) mais ne se différencie dans aucun test neuropsychologique ni dans les mesures des mouvements des yeux par rapport aux autres groupes de lecteurs.

Un groupe de lecteurs lents présente un excellent rappel de la microstructure (109s; 93%). Il est constitué uniquement d'adultes jeunes qui se différencient des autres lecteurs par une mémoire épisodique ($z = -2,5$; $p < 0,05$) et une mémoire de travail «à long terme» ($z = -2,2$; $p < 0,05$) significativement meilleures et d'une vitesse d'exécution au TMT ($z = -1,9$; $p < 0,05$) et au Stroop ($z =$

1,9; $p < 0,05$) meilleure mais un nombre de régressions significativement plus important ($z = 1,9$; $p < 0,05$).

Analyse des résultats obtenus aux textes MICRO-/MS

- **Nombre de profils de lecture et composition de ces profils**

Cinq profils de lecture ont été mis en évidence par les regroupements issus de l'analyse en grappe. La répartition des participants dans ces cinq profils est illustrée dans la figure 3a.

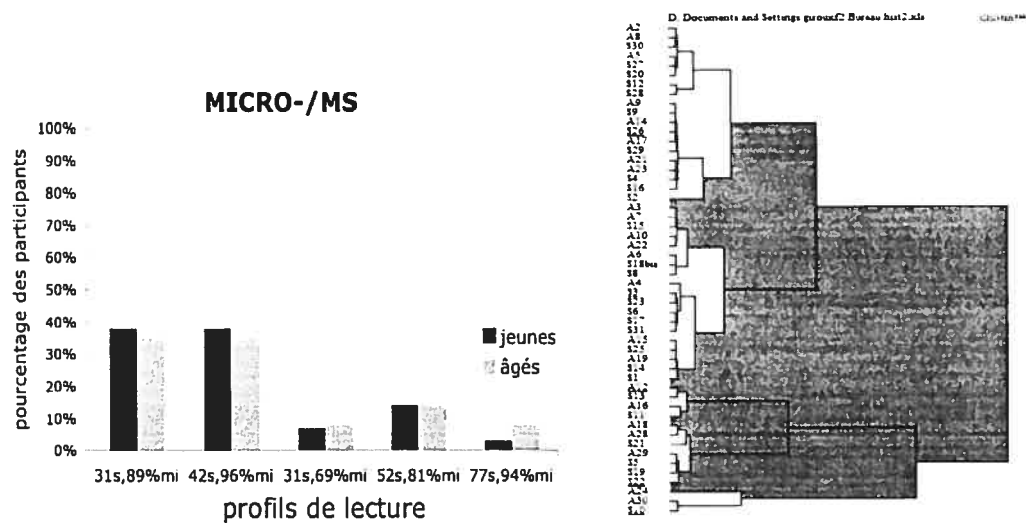


Figure 3a : Répartition des participants suivant les profils de lecture à MICRO-MS

Figure 3b: Analyse en grappe : texte MICRO-MS, A : âgé, S : jeune

- **Patron de performance aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux des regroupements issus des analyses en grappe**

Le tableau 8 rapporte les moyennes obtenues aux tests neuropsychologiques et aux mesures des mouvements des yeux par profil de lecture

		Profils de lecture				
		53s-81% micro Âgés n=3 Jeunes n=4	31s-69% micro Âgés n=2 Jeunes n=2	41s-96% micro Âgés n=8 Jeunes n=11	31s-89% micro Âgés n=8 Jeunes n=12	77s-94% micro Âgés n=2 Jeunes n=1
Tests neuro- psychologiques	Buschke	14,9	13,75	14,5	14,3	13,3
	Span mots	4,6	4,7	4,7	4,8	4
	Alphaspan	37,1	32,2	34,4	33,5	26,5
	Wechsler.Hist1	17	18,5	17,8	18,4	16
	Wechsler.Hist2	16	14,5	16,6	16,5	16
	Stroop (sec)	23,3	25,7	25,6	23	31
	TMT (sec)	78	74,5	80,7	79,2	85,7
Mouvements des yeux	Temps de fixation (msec)	211	197,5	198,4	204	220
	Nombre de régressions	37,7	22,5	21*	30,2	57,6

Tableau 8 : Résultats aux tests neuropsychologiques et mesures des mouvements des yeux dans les 5 groupes correspondant aux différents profils de lecture d'après l'analyse en grappe pour le texte MICRO-/MS. Les groupes ont été comparés par tests de Mann Whitney * $p < 0,05$ versus sujets du groupe 77s-94% *micro*.

Les participants jeunes et âgés se répartissent dans tous les groupes sans que l'on puisse identifier de différence significative dans les scores obtenus aux tests neuropsychologiques.

Un groupe de lecteurs lents (77s) présente un bon rappel de la microstructure (94%) mais se différencie des autres groupes de lecteurs par un nombre de régressions significativement plus important que les participants plus rapides ayant un score de rappel à la microstructure équivalent ($z = -2,7$; $p < 0,05$).

En résumé :

L'analyse en grappe a permis de mettre en évidence :

- Un profil de lecture lente avec un rappel pauvre de la microstructure dans les textes MICRO+/MS et MICRO++. Ce profil de lecture réunit des participants pour lesquels on observe des scores aux tests de mémoire de travail et de mémoire de travail «à long terme» plus bas que pour les autres participants. Dans le texte MICRO+/MS ce profil de lecture regroupe essentiellement des adultes âgés, alors que dans le texte

MICRO++ la répartition est à peu près équivalente entre les jeunes et les âgés.

- Un profil de lecture lente avec un excellent rappel de la microstructure dans chacun des textes.
- Un profil de lecture rapide avec un bon rappel de la microstructure dans chacun des textes regroupant des participants jeunes et âgés.
- Un profil de lecture rapide avec un rappel pauvre de la microstructure dans MICRO++ et dans MICRO-/MS.

Les participants changent de profil de lecture en fonction des caractéristiques du texte sauf les 4 participants âgés qui présentent les scores neuropsychologiques les plus bas. Ceux-ci ont un profil de lecture lente avec un faible rappel de la microstructure quelques soient les textes.

Discussion

L'objet de cette étude était dans un premier temps d'identifier l'impact du vieillissement et de la baisse de certaines composantes cognitives sur les différents niveaux de représentation de la compréhension de textes et dans un second temps, d'identifier les stratégies mises en place par des adultes âgés pour garder un niveau de performance en compréhension de textes identique à celui d'adultes jeunes.

Les principaux résultats de cette étude montrent que les participants âgés rappellent moins bien la macrostructure mais aussi bien la microstructure que les participants jeunes lorsque le texte est allégé en détails alors qu'ils rappellent aussi bien la macrostructure mais moins bien la microstructure des textes chargés en détails. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle les déficits en compréhension de textes chez l'adulte âgé dépendent de la charge sémantique du texte (des caractéristiques des textes).

Notre travail apporte un nouvel éclairage aux discussions concernant l'existence de déficits en compréhension de textes écrits chez l'adulte âgé [13, 50-52]. En faisant varier la charge sémantique de la microstructure, certains niveaux de représentation de la compréhension (base de texte et modèle de situation) ont pu être étudiés dans des contextes différents. Il est apparu qu'un trouble de la

compréhension de textes ne pouvait pas être attribué de façon exhaustive au vieillissement cognitif mais que la compréhension chez les personnes âgées était également liée aux exigences cognitives du texte. En effet, les textes présentant une microstructure très chargée (textes MICRO+/MS et MICRO++ dans cette étude) ont conduit les participants âgés à présenter des résultats corroborant les observations de Tun *et al.* [13, 51]. Ces auteurs ont montré que les adultes âgés présentaient un rappel de la microstructure inférieur à celui des adultes jeunes alors que le rappel de la macrostructure et du modèle de situation étaient réalisés sans difficulté. Toutefois, les textes présentant une microstructure allégée (texte MICRO-/MS) ont permis aux participants âgés de rappeler la microstructure comme les participants jeunes tout en présentant des difficultés dans la sélection des idées principales du texte ce qui avait été rapporté par Radvansky [13]. Il est possible que lorsque le texte ne comporte pas suffisamment de redondance dans la microstructure certains adultes âgés aient plus de difficulté à extraire les idées principales du texte. Cette hypothèse d'un «effet redondance» avait été suggérée par Ulatowska *et al* [53] pour expliquer le fait que des sujets aphasiques pouvaient souvent avoir accès aux idées principales du texte sans en comprendre tous les détails.

La compréhension de textes narratifs chez l'adulte âgé serait dépendante des caractéristiques des textes. Ces résultats appuient et précisent les résultats de l'étude de Stine-Morrow [29] dans laquelle les auteurs avaient observé une différence dans le traitement de textes narratifs courts et de textes narratifs longs. Par ailleurs, les corrélations observées entre les résultats aux épreuves neuropsychologiques et la microstructure des différents textes varient en fonction des textes. Des liens ont été mis en évidence entre mémoire de travail (Alpha-span), attention (Stroop et TMT partieB) mémoire de travail «à long terme» (histoire 2 du Wechsler mémoire interrompue par une tâche distractive) et microstructure des textes MICRO+/MS. Cependant seules la mémoire épisodique et «la mémoire de travail à long terme» ont pu être mises en lien avec la microstructure des textes MICRO++ et aucun lien n'a été relevé pour les textes MICRO-/MS. L'analyse de ces corrélations permet de souligner la variation de la

demande cognitive des textes. En conséquence, pour identifier les composantes cognitives qui interviennent dans la compréhension de textes, il est nécessaire de tenir compte des caractéristiques du texte et de l'exigence cognitive imposée par le texte. Ces résultats infirment l'hypothèse selon laquelle seule une baisse de la mémoire de travail et de la mémoire épisodique pouvait expliquer un changement dans la compréhension de textes dans le vieillissement. En revanche, ils mettent en lumière l'importance des liens unissant compréhension de textes et mémoire de travail «à long terme» dans les textes MICRO+/MS et MICRO++.

La mémoire de travail à long terme permettrait d'assurer la cohérence globale du texte. Quand le lecteur traite un texte, certaines informations sont liées à la partie déjà traitée et déjà stockée en mémoire à long terme. Kintsch postule qu'une mémoire de travail à long terme permettrait la récupération et la manipulation de ces informations. Ericsson et Kintsch [8] justifient l'hypothèse de l'existence de la mémoire de travail à long terme par le fait qu'une interruption de lecture d'un texte de plus de 30 secondes n'entrave pas la compréhension de ce texte. Aussi dans cette étude, le fonctionnement de cette mémoire a été testé par une interruption de plus de 30 secondes dans l'écoute d'un texte, le participant effectuant pendant ce temps une tâche de remplissage. Cette mesure est corrélée avec le pourcentage de réponses correctes au questionnaire portant sur la microstructure des textes MICRO+/MS et MICRO++. Ces textes ont en commun une microstructure chargée en détails (90 et 135 propositions sémantiques) pour lesquels ce type de mémoire pourrait permettre d'assurer la cohérence globale du texte. Aucun lien n'a été relevé entre cette mesure et les textes MICRO-/MS mais ces derniers sont caractérisés par une microstructure allégée (43 propositions sémantiques) où l'intervention de ce type de mémoire n'a peut-être pas un impact mesurable.

L'ensemble de ces résultats permet de comprendre la grande diversité de propositions qui est faite dans la littérature sur l'implication de la mémoire de travail [19, 25], de la vitesse de traitement [12, 18], et des fonctions d'inhibition [28] dans la compréhension de textes. Les composantes cognitives impliquées

dans la compréhension de textes varient en fonction du support utilisé pour juger de cette compréhension.

L'étude des stratégies de lecture par le biais de l'analyse des mouvements des yeux n'a révélé aucune stratégie d'adaptation mise en œuvre pour compenser la baisse de certaines composantes cognitives dans le vieillissement. Les hypothèses selon lesquelles les adultes âgés présenteraient des performances similaires aux adultes jeunes dans la compréhension de textes chargés sémantiquement lorsqu'ils allongeraient leur temps de fixation, augmenteraient leur nombre de fixations et leur nombre de régressions n'ont pas été confirmées. En effet, l'analyse des différents profils de lecture à l'intérieur de chaque série de textes montre que lorsque les lecteurs perdent beaucoup en rapidité, ils perdent aussi en compréhension. Dans les textes MICRO++ les lecteurs lents présentent un temps de fixation et un nombre de régression significativement plus important que les autres lecteurs sans pour autant améliorer leur score dans le rappel de la microstructure. Ce constat corrobore les propositions de Vauras [38] qui associe une augmentation du nombre de régressions avec des difficultés de compréhension.

Il semblerait ainsi que la lecture de textes longs chargés sémantiquement et présentant une nécessité de mise à jour du modèle de situation ne s'inscrive pas dans un cadre de mécanisme de compensation tel que décrit par Dixon [32, 54] dans lequel le sujet investit plus de temps pour combler un déficit ou une perte. Pour chacun des textes l'analyse en grappe a mis en évidence un profil de lecture lente avec un bon rappel de la microstructure, constitué essentiellement de participants jeunes qui présentaient un nombre de régressions significativement plus important que des participants plus rapides. Toutefois étant donné le profil neuropsychologique de ces participants, cet allongement du temps de lecture ne semble pas être le fruit d'une stratégie de compensation mais plutôt le résultat d'une volonté de mémorisation. En plus d'essayer de comprendre le texte ces participants auraient essayé de l'apprendre. Par ailleurs dans les textes MICRO++ et MICRO-/MS, l'analyse a montré un profil de lecture rapide dans lequel les participants présentaient un rappel pauvre de la microstructure, les participants

présentant ce profil ne se distinguaient pas des bons lecteurs (rapides avec un bon rappel de la microstructure) dans leur profil neuropsychologique. Rien dans l'étude ne permet d'expliquer ce comportement de lecture. Il semblerait que ces participants n'aient pas adapté leur lecture aux caractéristiques du texte.

Il aurait été intéressant de fournir un questionnaire au participant lui permettant de rapporter ses habitudes de lecture et d'analyser ses méthodes de lecture pour chacun des textes de l'expérimentation. Ces données auraient fourni des informations qui auraient complété l'étude.

Conclusion

L'utilisation de plusieurs textes permettant l'évaluation de différents niveaux de représentation de la compréhension de textes est révélatrice des difficultés présentées par les participants âgés en compréhension de textes et de l'importance du lien existant entre les caractéristiques des textes (particulièrement leurs exigences cognitives) et la compréhension de textes.

L'étude du mouvement des yeux dans la lecture de textes narratifs a permis de montrer des profils de mouvements des yeux équivalents chez les adultes jeunes et chez les adultes âgés lors de la compréhension de textes.

Dans le future, une étude en imagerie optique pourrait être plus sensible à la mise en place de stratégies d'adaptation pour des tâches complexes (lecture de MICRO+/MS) en montrant une augmentation de l'activation dans l'hémisphère droit chez les participants âgés.

L'activation des deux hémisphères permettrait à la personne âgée d'augmenter les ressources disponibles pour le traitement d'une tâche et constituerait la première des stratégies d'adaptation pour un vieillissement réussi. Cette hypothèse va dans le sens du modèle HAROLD (Hemispheric Asymmetry Reduction in Older Adult) qui évoque une dédifférenciation de la latéralisation cérébrale pour un vieillissement réussi [55, 56].

Bibliographie

1. Baltes PB and Baltes MM, *Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation*. New York: Cambridge University Press, 1990.
2. Bäckman L and Dixon RA. Psychological compensation: A theoretical framework. *Psychological Bulletin* 1992; 259-83.
3. Stine EAL, Soederberg L, and Morrow DG, *Language and discourse processing through adulthood*. New York: McGraw-Hill, 1996.
4. Cook AE, Halleran, J.G., and O'Brien, E.J. What is readily available during reading? A memory-based view of text processing. *Discourse Processes* 1998; 26: 109-29.
5. Van Dijk TA and Kintsch W, *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press, 1983.
6. Rizzella ML, O'Brien, E.J. Retrieval of concepts in script-based texts and narratives: the influence of general World Knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 2002; 28: 780-90.
7. Kintsch W. The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review* 1988; 9: 163-82.
8. Ericsson KA and Kintsch W. Long- term working memory [Review]. *Psychological Review* 1995; 102: 211-45.
9. Hupet M and Van Der Linden M. L'étude du vieillissement cognitif: Aspects théoriques et méthodologiques. in: Van Der Linden M and Hupet M, eds. *Le vieillissement cognitif*. Paris: Presses Universitaires de France, 1994: 9-35.
10. Park DC, *The Basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function*. Philadelphia: Psychology Press, 1999.
11. Brébion G, Smith MJ, and Ehrlich M-F. Working Memory and Aging: Deficit or Strategy Differences ? *Aging Neuropsychology and Cognition* 1997; 4: 58-73.

12. Salthouse TA. The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 1996; 103: 403-28.
13. Radvansky GA. Aging, memory, and comprehension. *Current Directions in Psychological Science* 1999; 8: 49-53.
14. Daneman M and Carpenter PA. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1980; 19: 450-6.
15. Tun PA, Wingfield A, and Stine EAL. Speech processing capacity in young and older adults: A dual task study. *Psychology and Aging* 1991; 6: 3-9.
16. Wingfield A, Stine EAL, Lahar CJ, and Aberdeen JS. Does the capacity of working memory change with age? *Exp Aging Res* 1988; 14: 103-7.
17. Stine EAL and Wingfield A. How much do working memory deficits contribute to age differences in discourse memory ? *European Journal of Cognitive Psychology* 1990; 2: 289-304.
18. Brébion G. Working Memory, Language Comprehension, and Aging: Four Experiments to Understand the Deficit. *Exp Aging Res* 2003; 29: 269-301.
19. DeDe G, Caplan D, Kemtes K, and Waters G. The Relationship Between Age, Verbal Working Memory, and Language Comprehension. *Psychology and Aging* 2004; 19: 601-16.
20. Nelson MJ and Denny EC, eds. *The Nelson-Denny Reading Test*. 1960, Houghton Mifflin: New York.
21. Van der Linden M, Hupet M, Feyereisen P, Schelstraete M-A, Bestgen Y, Bruyer R, *et al.* Cognitive mediators of age-related differences in language comprehension and verbal memory performance. *Aging Neuropsychology and Cognition* 1999; 6: 32-55.
22. Wingfield A and Lindfield KC. Multiple memory systems in the processing of speech: Evidence from aging. *Experimental Aging Research* 1995; 21: 101-21.

23. Tun PA, Wingfield A, Stine EA, and Meccas C. Rapid speech processing and divided attention: processing rate versus processing resources as an explanation of age effects. *Psychol Aging* 1992; 7: 546-50.
24. Hartley JT, Stojack CC, Mushaney TJ, Kiku Annon TA, and al. e. Reading speed and prose memory in older and younger adults. . *Psychology and Aging*. 1994; 9: 216-23.
25. Stine EA. *On-line* processing of written test by younger and older adults. *Psychology and Aging* 1990; 5: 68-78.
26. Schelstraete M-A, Hupet M, and Desmette D. Aging effects on self-paced reading performance. *L'annee Psychologique*. 1998; 98: 209-32.
27. Zacks R and Hasher L. Cognitive gerontology and attentional inhibition: a reply to Burke and McDowd. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1997; 52: 274-83.
28. Zacks RT, Radvansky G, and Hasher L. Studies of directed forgetting in older adults. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1996; 22: 143-56.
29. Stine-Morrow E, Soederberg-Miller LM, and Richard III L. Patterns of *on-line* resource allocation to narrative by younger and older readers. *Aging Neuropsychology and Cognition* 2001; 8: 36-53.
30. Persad CC, Abeles N, Zacks RT, and Denburg NL. Inhibitory changes after age 60 and their relationship to measures of attention and memory. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2002; 57: 223-32.
31. Backman L. Varieties of memory compensation by older adults in episodic remembering. in: Poon LW, Rubin DC, and Wilson BA, eds. *Everyday cognition in adulthood and late life*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989: 509-44.
32. Dixon RA, de Frias CM, and Backman L. Characteristics of self-reported memory compensation in older adults. *J Clin Exp Neuropsychol* 2001; 23: 650-61.
33. Charness N. Aging and skilled problem solving. *J Exp Psychol Gen* 1981; 110: 21-38.

34. Salthouse TA, *Theoretical Perspective on Cognitive Aging*. Hove and London: Erlbaum, 1991.
35. Hertzog C, McGuire CL, and Lineweaver TT. Aging, attributions, perceived control and strategy use in a free recall task. *Aging Neuropsychology and Cognition* 1998; 5: 85-106.
36. Soederberg- Miller LM and Stine-Morrow E. Aging and the effects of knowledge on online reading strategies. *Journal of Gerontology : Psychological Sciences* 1998; 53B: 223-33.
37. Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychol Bull* 1998; 124: 372-422.
38. Vauras M, Hyönä J, and Niemi P. Comprehending coherent and incoherent texts: evidence from eye movement patterns and recall performance. *Journal of Research in Reading* 1992; 15: 39-54.
39. Folstein MF, Folstein SE, and McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method of grading the cognitive state for the clinician. *Journal of Psychiatric Research* 1975; 12: 189-98.
40. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 1971; 9: 97-113.
41. Wechsler D, *Manuel de l'échelle clinique de mémoire de Wechsler*. Paris: Les éditions du centre de psychologie appliquée, 1969.
42. Wechsler D. Wechsler memory scale revised. 1987.
43. Belleville S, Rouleau N, and Caza N. Effect of normal aging on the manipulation of information in working memory. *Memory and Cognition* 1998; 26: 572-83.
44. Buschke H. Selective reminding for analysis of memory and learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1973; 12: 543-50.
45. Regard M. Cognitive rigidity and flexibility : a neuropsychological study unpublished PhD. dissertation. 1981.
46. Shallice T. Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 1982; 298: 199-209.

47. Reitan RM, *Trail making test : manual for administration, scoring, and interpretation*. Bloomington: Indiana University, 1956.
48. Siegel S, Castellan N, and John J, *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New-York: McGraw-Hill, 1988.
49. Ward J. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of American Statistical Association* 1963; 58: 236-44.
50. Kemper S and Mitzner TL, *Language production and comprehension*. University of California Center of aging, 5th ed, 2001
51. Tun PA. Age differences in processing expository and narrative text. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences* 1989; 44: 9-15.
52. Waters GS and Caplan D. Age, working memory, and *on-line* syntactic processing in sentence comprehension. *Psychol Aging* 2001; 16: 128 –44.
53. Ulatowska HK, Allard L, and Chapman SB, *Narrative and procedural discourse in aphasia*. Springer- Verlag New York Inc. 1990.
54. Dixon RA and Backman L. The concept of compensation in cognitive aging: the case of prose processing in adulthood. *Int J Aging Hum Dev* 1992; 36: 199-217.
55. Cabeza R. Hemispheric Asymmetry Reduction in Older Adults: The Harold Model. *Psychology and Aging* 2002; 17: 85-100.
56. Cabeza R, Daselaar SM, Dolcos F, Prince SE, Budde M, and Nyberg L. Task-independent and task-specific age effects on brain activity during working memory, visual attention and episodic retrieval. *Cereb Cortex* 2004; 14: 364-75.

Annexe

(MICRO+/MS) : Avion+/MS

Laura sentit l'avion s'élever rapidement. C'était une magnifique journée ensoleillée, un vent léger finissait de disperser la brume qui couvrait la ville plus tôt en matinée. Le pilote annonça que l'avion se dirigeait vers le nord-ouest pour contourner ensuite l'Angleterre en direction du Groenland. De là, il ne restait que quelques heures pour atteindre sa destination : New York.

Puis un bruit terrifiant ressemblant à une explosion retentit. Stupéfaite, Laura regarda à travers le hublot. Elle pouvait entendre la pluie s'abattre sur la fenêtre et voir les arbres plier sous la force du vent. L'horreur, le feu semblait s'être emparé de l'engin. Elle sentit l'avion chuter à une vitesse incroyable. Quelques passagers criaient et d'autres avaient été projetés dans l'allée centrale.

La peur frappant et ignorant ce qui se passait, Laura tenta désespérément de se lever. Mais c'était trop tard. Des parties du toit s'étaient effondrées : elle se sentait suffoquer. Soudainement son corps baignait dans l'eau glacée. Quelqu'un criait et tentait de la tirer des eaux. Laura luttait pour reprendre conscience. Elle savait que si elle voulait survivre, elle devait comprendre ce qui se passait.

«Réveille-toi, réveille-toi», lui criait son mari, «tu rêvais». Le mari de Laura l'appelait de l'extérieur de la tente : «Nous ne passerons pas la nuit avec cette tempête». En la tirant par le bras, il hurlait : «La tente s'est affaissée et l'eau pénètre à l'intérieur. Nous devons nous dépêcher car le vent nous emporte vers la falaise.»

Questionnaire correspondant au texte : Avion+/MS

I.Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II.Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte.

Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 3 où l'on donnera 2 points et 8 où l'on donnera 2 points.

1. Quelle était la météo au moment du départ de l'avion ?
2. Quelle était la météo plus tôt dans la matinée ?
3. Quel trajet devait suivre l'avion ?
4. Vers quel pays l'avion devait-il se diriger après l'Angleterre ?
5. Quelle est la destination finale de ce voyage ?
6. Quelle sorte de bruit a retenti dans l'appareil ?
7. Quel temps faisait-il quand Laura a regardé à travers le hublot ?
8. À la suite du (gros) bruit, qu'est-ce qui a montré que l'avion avait un problème ?
9. Comment les passagers ont réagi ?
10. Qu'est-il arrivé à certains passagers ?
11. Laura n'a pas réussi à se lever, pourquoi ?
12. Où se trouvait le corps de Laura, spécifiez ?
13. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper d'elle ?
14. D'où l'appelait son mari ?
15. Que lui disait son mari ? (Pendant ce temps, que faisait Laura ?)
16. Quelle était la météo ?
17. Que s'était-il passé dans la réalité ? (Qu'est-il arrivé à la tente ?)
18. Pourquoi devaient-ils se dépêcher ?

Total des points : 20

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation

Où est le mari de Laura lorsqu'il lui parle ?

Où est Laura dans le texte ?

Article 3

Chesneau, S., Giroux, F., Ska, B. What factors influence text comprehension after aphasia recovery? *Aphasiology*, soumis avril 2007

What factors influence text comprehension after aphasia recovery?

Sophie Chesneau^{1,2}

Francine Giroux¹

Bernadette Ska^{1,2}

¹ Centre de recherche, Institut universitaire de gériatrie de Montréal, 4565 Queen-Mary Road, Montreal, QC, H3W 1W5, Canada

² Université de Montréal, Faculté de médecine, École d'orthophonie et d'audiologie, C.P. 6128, Succursale Centre-Ville, Montreal, QC, H3C 3J7, Canada

Short title: Text comprehension after brain damage

Corresponding author:

Sophie Chesneau, Centre de recherche, Institut universitaire de gériatrie de Montréal,

4565 Queen-Mary Road, Montreal, QC, H3W 1W5, Canada

Tel.: 514-340-3540, # 4021; Fax: 514-340-3548



Abstract

Background: Text comprehension entails a complex interaction between cognitive and linguistic factors. After recovery from aphasia, some subjects complain of discourse comprehension difficulties without linguistic problems. To more precisely describe and assess the text comprehension characteristics of these persons, a cognitive model of discourse comprehension is needed. Three levels of representation are involved in text comprehension (surface level, semantic level constituted by macrostructure and microstructure, and situational level). Attention, verbal working memory, long-term memory, and executive functions combine to allow processing of all levels of representation.

Aims: The main objectives of this investigation were (a) to examine microstructure, macrostructure and situational model updating in text comprehension in left-brain-injured participants (after recovery from aphasia) who continued to complain about problems with discourse comprehension although they did not have objective comprehension impairments, and (b) to examine executive function and memory in these left-brain-damaged participants.

Methods and procedure: A total of 60 neurologically intact adults, divided into younger ($N = 30$) and older ($N = 30$) groups, and six left-brain-injured participants were selected. They were asked to read and understand three narrative texts. The texts varied according to the semantic load (the amount of information and the number of situations). Macrostructure, microstructure and situational model updating were assessed in each text. Specific complementary tasks were administered to evaluate memory and executive functions.

Outcomes and results: The results indicate that text comprehension is influenced by text characteristics, and particularly by the semantic load of the text, and seems to be related to short-term memory and cognitive flexibility. The brain-damaged participants selected for this study presented different cognitive deficits. Nevertheless, they complained of the same problems with text comprehension. These findings have implications for specific cognitive interventions targeting reading comprehension abilities in aphasia.

Conclusions: This study emphasizes the importance of assessing text comprehension with several texts and points out the need for clinicians to consider cognitive functioning as a whole whenever complex cognitive activities are under consideration.

Introduction

In clinical aphasiology, comprehension assessment usually tests phonological, morphological, syntactic or semantic aspects of language. However, even after recovery from aphasia, some brain-damaged persons complain of discourse comprehension difficulties, despite normal functioning at the more basic linguistic levels. Their problems cannot be pinned down by a clinical assessment. Discourse refers to connected language, either written (e.g., newspaper articles, books) or oral (e.g., television shows). Discourse comprehension entails a complex interaction between cognitive and linguistic factors. Attention, verbal working memory, long-term memory, and executive functions are skills as important as linguistic skills for discourse comprehension. To more precisely describe and assess the text comprehension characteristics of these persons, it seems essential to take into account all linguistic and cognitive dimensions interacting during the processing of a text. More specifically, a cognitive model of discourse comprehension is needed.

Current models of reading comprehension (Cook, Halleran, & O'Brien, 1998; Kintsch, 1988, 1998; Rizzella & O'Brien, 2002; Van Dijk & Kintsch, 1983) agree that three levels of representation are involved in text comprehension: surface level, semantic level and situational level. The semantic level and the situational level have received more attention than the surface level in the neuropsychological literature on discourse (Brookshire & Nicholas, 1984; Ferstl, Guthke, & von Cramon, 1999, 2002; Ferstl, Walther, Guthke, & Von Cramon, 2005; Frederiksen & Stemmer, 1993; Hough, 1990; Huber, 1990; Lojek-Osiejuk, 1996; Nicholas & Brookshire, 1995; Stemmer, 1999; Stemmer & Joanne, 1998; Ulatowska, Allard, & Chapman, 1990). The **semantic level** is constituted by the concepts expressed in discourse. It is divided into two components: the microstructure, composed of micropropositions, gives the text its local information and local coherence, while the macrostructure accounts for the global information and main ideas of the text. The **situational level** corresponds to the representation of the situation constructed by the reader. This level integrates explicitly stated

textual information with information from the reader's general world knowledge to develop a representation of the content of the text.

Many studies have investigated discourse after brain damage (left or right). Some authors have shown that the recall of microstructure was deficient in aphasia (subsequent to left brain damage) but was preserved after right brain damage (Huber, 1990; Ulatowska *et al.*, 1990), whereas the recall of macrostructure was preserved in aphasia (Huber, 1990) but deficient after right brain damage (Frederiksen & Stemmer, 1993). Other authors have shown that aphasics have a deficit affecting discourse macroprocessing (Lojek-Osiejuk, 1996) but a preserved capacity to build a situational model (Hough, 1990). Still others have shown that non-brain-damaged adults, aphasics, right-brain-damaged patients and traumatic brain injury patients retain macrostructure better than microstructure (Brookshire & Nicholas, 1984; Nicholas & Brookshire, 1995). In other words, the findings of the various studies are far from unanimous.

The differences among the results of these studies may be due to different approaches or different means employed to assess text comprehension. For example, two tests designed to assess macrostructure and microstructure produced different results; the only difference, but it is an important one, was the length of the texts used in these tests (Ferstl *et al.*, 2005; Nicholas & Brookshire, 1995). This example indicates that an increase in the semantic load of the text in turn increases the cognitive load and, consequently, leads to different results. If one takes into account the characteristics of the texts used as stimuli and then manipulates them, one can test specific hypotheses. In the study of Chesneau, Jbabdi, Champagne, Giroux, and Ska (2007), for example, the texts differed in terms of semantic load in order to highlight specific deficits or weaknesses in text comprehension. Redundancy seems to help aphasic patients to comprehend texts (Huber, 1990). Accordingly, a text with minimal redundancy will permit one to highlight a weakness in macrostructure processing, whereas a text with a lot of details will tease out a weakness in microstructure processing, and a text with a change of situational model will expose a weakness in situational model updating.

This sort of narrative manipulation has shown that text comprehension by elderly subjects is influenced by the semantic load of the text (Chesneau *et al.*, 2007).

The cognitive resources required to process textual information depend on the text's characteristics, especially its semantic load. In this study, we refer to the work of Kintsch, whose model focuses on the levels of representation in comprehension but also on the cognitive processes necessary to construct discourse comprehension. Short-term memory, working memory, episodic memory and long-term memory combine to allow the processing of all levels of representation (Ericsson & Kintsch, 1995). Nevertheless, inadequate text comprehension may also be related to difficulties with problem solving, attention deficits or mental flexibility problems that affect some populations, especially elderly people and brain-damaged patients.

Damage to the frontal region of the brain or connecting tissues may leave the patient with both a language deficit and an executive dysfunction (Keil & Kaszniak, 2002). In this situation, the communication problems observed in persons with aphasia extend beyond verbal deficits. These problems are due not only to a faulty linguistic system but also to deficits affecting other cognitive functions needed to cope with communication. More specifically, recent studies have revealed that cognitive processes such as working memory, attention allocation and executive functions are impaired in persons with aphasia, indicating that the integrity of non-linguistic skills plays a role in communicative success (Helm-Estabrooks, 2002; Purdy, 2002; Ramsberger, 2005). The study of correlations between text comprehension and neuropsychological tests has suggested a close relationship between executive functions and implicit main idea processing and a relationship between the processing of stated main ideas and details and measures of verbal long-term memory and verbal learning. No correlations were observed between verbal working memory and overall responses concerning main ideas or details (Ferstl *et al.*, 2005). This pattern of correlations confirms that text comprehension calls for dissociable cognitive processes. Deficits in any of these cognitive processes may prevent patients from fully understanding texts.

The goal of the present study was first to examine microstructure, macrostructure and situational model updating in text comprehension in left-brain-injured subjects (after recovery from aphasia) who continued to complain about problems with discourse comprehension although they did not have an objective comprehension impairment, according to their clinical evaluations. Microstructure, macrostructure and situational model updating were assessed in three texts with different semantic load and with or without the necessity of situational model updating.

Based on the results of studies taking text characteristics into account, our predictions were that, although they had recovered from aphasia, the left-brain-damaged participants should present difficulties with microstructure if the texts had a significant semantic load and with macrostructure if the texts had little redundancy. The left-brain-damaged participants should be able to correctly update the situational model in the text where this was necessary.

The second goal of the study was to examine executive function and memory in these left-brain-damaged participants. Based on previous research, our predictions were that left-brain-damaged participants who had problems with microstructure or macrostructure would also have problems with executive functions and long-term (episodic) memory.

Methods

Participants

Healthy Participants

Two groups of healthy subjects were needed to match the left-brain-damaged group. The older participants were 30 adults (9 men, 21 women) from 60 to 80 years of age ($M = 69$, $SD = 6.5$) with a mean of 15 years of formal education ($SD = 2.5$). The young participants were 30 adults (8 men, 22 women) from 21 to 40 years of age ($M = 27$, $SD = 5.8$) with a mean of 16 years of formal education ($SD = 1.5$). All participants were right-handed native French speakers with normal or corrected vision and with no known history of dyslexia, stroke or other neurological disease.

Brain-Damaged Participants

Six participants with left brain damage were selected. Post-onset, they suffered from severe or mild symptoms of aphasia. However, at the time of testing, all six participants had recovered from aphasia and no longer presented any symptoms of aphasia. Nevertheless, all six participants continued to complain of discourse comprehension difficulties. Like the healthy participants, they were right-handed and native French speakers. (See participants' profiles in Table 1) Exclusion criteria were symptoms of aphasia and visual exploration problems, to avoid reading difficulties.

Participant	Age (years)	Gender	Education (years)	Time post-onset	Neurological information	Aphasia symptoms post- onset	Aphasia symptoms at time of testing
P1	61	F	12	6 months	Hemorrhage: Left temporal	Severe Wernicke's aphasia	None
P2	76	F	10	6 months	Ischemia: Left frontal in Broca's area	Naming deficit	None
P3	35	F	14	2 months	Ischemia: Left parieto-temporal	Mild conduction aphasia	None
P4	64	M	16	4 years	Ischemia: Left fronto-parietal	Severe Broca's aphasia	Mild naming deficit
P5	60	M	16	5 years	Ischemia: Left fronto-parietal	Global aphasia	None
P6	28	F	11	10 years	Aneurism: Left fronto-parietal	Global aphasia	None

Table 1: Demographic and clinical features of aphasic participants

Tests Used to Select and Gather Information on Brain-Damaged Participants

French version of the Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE) (Mazaux & Orgogozo, 1981). This test evaluates the phonological, morphological, syntactic and semantic aspects of the processes of language comprehension (word discrimination, commands and text interpretation) and language production (naming, repetition of words and phrases, text production).

The six brain-damaged participants selected for this study presented normal results on the BDAE. Only one participant (P4) did not obtain the maximum points in the naming part of the test because the time taken to find the word was longer than the norm.

Bells Test. This test evaluates visual exploration (Gauthier, Dehaut, & Joanette, 1989). The six brain-damaged participants selected for this study presented normal results on this test.

Material

Reading Task

Text comprehension was assessed with a task (Chesneau, Roy, & Ska, in press) based on Kintsch's (1988) model, in order to examine the macrostructure, microstructure and updating of situational models in light the semantic load of texts.

Ten texts were created for the reading task: one training text and three series of three texts. In each series, all three texts corresponded to different versions of the same story. Each text dealt with the same theme and differed in two aspects: the number of details and the need for situational model updating. More specifically, in each series, one version of the story had a lot of details and a need to update the situational model, the second version of the story had fewer details and a need to update the situational model, and the third version of the story had a lot of details but no need to update the situational model. The microstructure varied in each version and the need to update the situational model only existed in two versions. In order to avoid a learning effect related to the content, each participant read one text from each series. One story tells of an airplane crash, the second of a car accident, and the third of a lost job. When the updating of a situational model is required in a text, the last paragraph reveals that the entire story was a dream. These texts were inspired by the stories used in Frederiksen and Stemmer's (1993) study. The inter-series equivalence (type of story, number of words, number of semantic propositions, situational model updating) was established in a previous study (Chesneau *et al.*, in press).

Each participant had to read the training text and three experimental texts, one from each series, having different form and content. The texts are designed to highlight the features of text comprehension within each of the different levels of text representation (Kintsch, 1988). The amount of details and the need for situational model (SM) updating varied for each text.

- In the first text, called MICRO/SM, microstructure is overloaded (90 semantic propositions) and there is a need to update the situational model.
 - In the second text, called MICRO+, microstructure is overloaded (135 semantic propositions) but there is no need to update the situational model.
 - In the third text, called MICRO-/SM, microstructure is simplified (43 semantic propositions) and there is a need to update the situational model.
- Macrostructure, microstructure and updating of the situational model (for MICRO/SM and MICRO-/SM) are assessed in each one.

The participant has to produce a condensed version of the text in the form of a summary in order to reconstruct the macrostructure of the text. The macrostructure is assessed by the presence of expected macropropositions; the macrostructure is composed of macropropositions which are constructed by applying rules in order to condense, eliminate, or generalize micropropositions (Van Dijk & Kintsch, 1983). Macropropositions correspond to the main ideas of the text, which were validated in a previous study (Chesneau *et al.*, 2007).

After the participant provided the summary, memory for text microstructure content was measured using a questionnaire. Questions were asked about details appearing in the text. The number of questions varied with each text (depending on the number of details). For MICRO/SM, 20 questions permitted us to assess the microstructure; there were 30 questions for MICRO+ and 12 for MICRO-/SM.

For MICRO/SM and MICRO-/SM, two questions were asked to assess the situational model updating.

Neuropsychological Tests

Executive functions (planning and flexibility) and memory functions (short-term memory, working memory, episodic memory and long-term memory) were evaluated with classical neuropsychological tests.

- Short-term memory: digit span from the Wechsler Memory Scale – Revised (Wechsler, 1969, 1987).
- Working memory: Alpha Span, which assesses storage and word manipulation (Belleville, Rouleau, & Caza, 1998).
- Long-term memory: Buschke test (Buschke, 1973).
- Episodic memory: first history from the Wechsler Memory Scale – Revised (Wechsler, 1969, 1987).
- Executive functions (shifting and/or suppression): Stroop Victoria (Regard, 1981) and Trail Making Test B (TMT) (Reitan, 1956).
- Executive functions (planning): Tower of London (TOL) (Shallice, 1982).

Procedure

Testing of each healthy participant lasted approximately 90 minutes and was conducted in a quiet room at the Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal.

Testing of each brain-injured participant was done in two sessions lasting approximately 90 minutes each. The first session permitted us to gather information on the participants: they completed the clinical language test (BDAE) and the visual exploration test (Bells).

The reading task was administered in the first part of the second session. The participants were informed that they would have to read four texts and respond to a questionnaire after each one. They read the training text first. The three experimental texts were then presented in random order. Texts were presented in a 20-point font on a computer screen. The whole text appeared on the screen at once so that participants could reread portions if they wanted. Participants read in silence. Then the examiner asked the participant to summarize the text orally; next, the examiner read the questionnaire about microstructure aloud to the participant (one question at a time). This procedure was possible

because the brain-damaged participants no longer suffered from aphasic problems (see Table 1). Participants' responses to the questionnaires were recorded and transcribed.

During the second part of this session, neuropsychological tests were administered according to the classical procedure.

Statistical Analyses

Healthy Participants

Reading task. A comparison of means (*t*-test) was conducted on the microstructure measure studied in the comparison of young and old participants. A Mann-Whitney test was conducted for the macrostructure measure because the data dispersion was not normal (Siegel, Castellan, & John, 1988).

Neuropsychological tests. Since all the tests we used had norms, we made sure that all of the healthy participants' results were on norm.

Brain-Damaged Participants

A descriptive method was chosen in order to compare each left-brain-damaged participant's performance with the results of his or her equivalent age group among the healthy participants and to compare individual performance on the different tests. Z scores were calculated for each brain-damaged participant. A participant's result was considered to be abnormal if it was lower or greater than the control group's mean by 1.5 standard deviations or more.

Results

The mean scores for the healthy population and individual scores for the brain-damaged participants are presented for each measure assessed in this study. Then each brain-damaged participant's performance is compared with the results of his or her equivalent age group.

Text Comprehension

Among healthy participants, older participants recalled significantly fewer macropropositions than younger participants ($z = -2.316$, $p < .05$; Mann-Whitney

test) when the text was semantically under-loaded (MICRO-/SM), whereas they recalled as many macropropositions as younger participants when the text was semantically loaded (MICRO/SM, MICRO+). Conversely, older participants recalled significantly fewer micropropositions than the younger participants when the text was semantically loaded ($t(42.98) = 2.83, p < .05$) for MICRO/SM and ($t(58) = 4.75, p < .0001$) for MICRO+, and they recalled as many micropropositions as younger participants when the text was semantically under-loaded (MICRO-/SM) (see Table 2). All healthy participants were able to correctly update the situational model.

Participants		MICRO/SM		MICRO+		MICRO-/SM	
		Macrostructure	Microstructure	Macrostructure	Microstructure	Macrostructure	Microstructure
Healthy	Young	100	81 (6.6)	100	80 (11.2)	100	90 (8.6)
	Older	99 (5)	74 (13.2)	99 (5)	66 (11.2)	97 (8)	84 (12.5)
Brain-damaged	P1	40	45	75	37	100	75
	P2	100	45	100	50	100	100
	P3	60	80	100	70	100	75
	P4	100	70	100	37	100	42
	P5	100	75	75	60	80	67
	P6	100	90	75	50	100	92

Table 2: Mean scores (percentage of correct responses) and standard deviations (SD) for the text comprehension measures for healthy young and older participants and individual scores for brain-damaged participants.

The brain-damaged participants presented different profiles on the text comprehension measures (see Table 2). Two of them (P1 and P3) did not update the situational model in MICRO/SM.

Each brain-damaged participant's performance on text comprehension was compared with the results of his or her equivalent age group. Figure 1 displays the Z scores for text comprehension measures in brain-damaged participants.

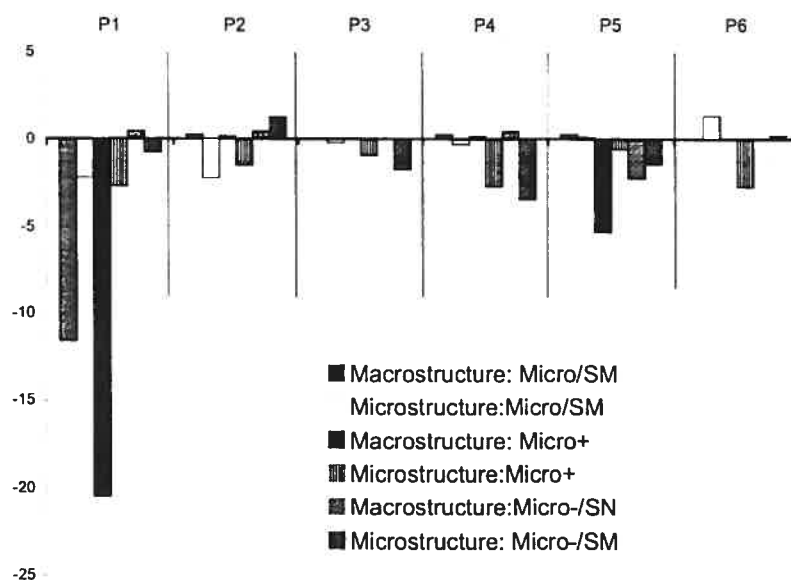


Figure 1: Z scores for text comprehension measures in brain-damaged participants according to age; Z scores for macrostructure for P3 and P6 cannot be calculated because there was no standard deviation in the control group's mean.

P1 had problems with the two texts that contained a lot of details. She was not able to correctly recall either the macrostructure or the microstructure of MICRO/SM and MICRO+ and she was not able to update the situational model of MICRO/SM.

P2 had difficulties with the text that had a lot of details and presented a need to update the situational model. She was not able to correctly recall the microstructure of MICRO/SM.

P3 also had problems with the text that had a lot of details and presented a need to update the situational model. She was not able to correctly recall the macrostructure or to update the situational model of MICRO/SM. In addition, she was unable to correctly recall the microstructure of the text MICRO-/SM, which had fewer details.

P4 had problems with both the text that had most details and the text that had fewest; he was not able to correctly recall the microstructure of the texts MICRO+ and MICRO-/SM.

P5 had difficulties with both the text that contained most details and the text that had fewest details; he was not able to correctly recall the macrostructure of MICRO+ and MICRO-/SM or the microstructure of MICRO-/SM.

P6 had problems with the text that had most details; she was not able to correctly recall either the microstructure or the macrostructure of MICRO+.

To sum up, four brain-damaged participants were not able to correctly recall macrostructure in all the texts, two brain-damaged participants were not able to update the situational model in MICRO/SM, and none of these participants were able to recall the microstructure as well as the control participants.

Memory

The scores for each healthy group were within the range of the corresponding age norms. The brain-damaged participants presented different memory profiles. Table 3 displays mean scores for the memory measures for healthy young and older participants and individual scores for the brain-damaged participants.

Participants		Buschke	DigitSpan	AlphaSpan	Wechsler
Healthy	Young	14.7(1.1)	7.3(0.7)	35.2(7.9)	18.7(3.5)
	Older	13.6(1.6)	6.8 (1)	31.5(5.7)	16.4(3.7)
Brain-damaged	P1	14	4	21	8
	P2	4	4	27	10
	P3	15	3	27	20
	P4	13	3	14	14
	P5	13	4	28	22
	P6	11	4	27	2

Table 3: Mean scores and standard deviations (SD) for the memory measures for healthy young and older participants and individual scores for the memory measures for brain-damaged participants.

Each brain-damaged participant's performance on memory measures was compared with the results of his or her equivalent age group, and Z scores were calculated for each one. Figure 2a and Figure 2b display the Z scores for memory measures in brain-damaged participants.

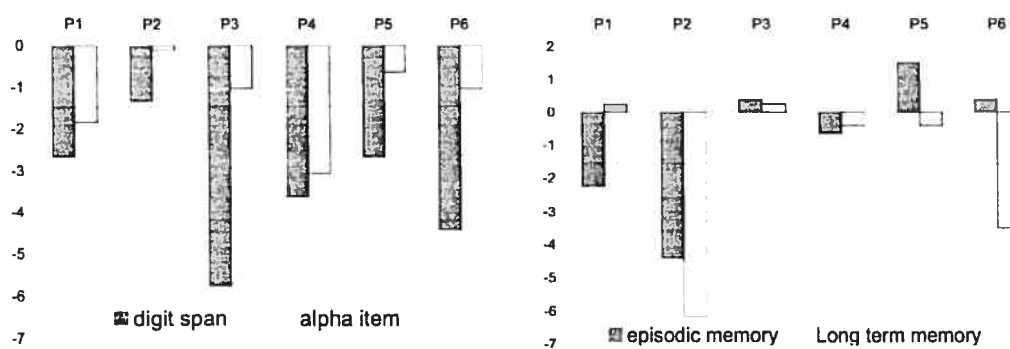


Figure 2a: Z scores for short-term memory and working memory measures in brain-damaged participants according to age.

Figure 2b: Z scores for episodic memory and long-term memory measures in brain-damaged participants according to age.

As Figures 2a and 2b show, P1 was weak in short-term memory, working memory, and episodic memory. P2 was weak in short-term memory, episodic memory, and long-term memory. P3 was weak only in short-term memory. P4 was weak in short-term memory and working memory. P5 was weak only in short-term memory. Finally, P6 was weak in short-term and long-term memory.

Executive Functions

The scores of each healthy group were within the range of the corresponding age norms. Brain-damaged participants presented different profiles on the executive function measures. Table 4 displays mean scores for the executive function measures in healthy young and older participants and individual scores for the brain-damaged participants.

Participants		Stroop Speed (seconds)	Stroop Errors	TMT Speed (seconds)	TMT Errors	TOL Accuracy	TOL Efficiency	TOL Speed (seconds)
Healthy	Young	20	0.3	60	0.1	11.9	67.6	228
		(4)	(0.6)	(16)	(0.3)	(0.2)	(10)	(15)
	Older	31	0.9	108	0.6	11.9	69.6	322
		(10)	(1.6)	(45)	(1.0)	(0.4)	(12)	(21)
Brain-damaged participants	P1	40	0	87	0	12	70	412
	P2	46	2	153	0	12	71	335
	P3	26	4	81	0	12	72	270
	P4	175	4	217	2	12	66	395
	P5	59	0	155	0	12	70	301
	P6	47	4	115	0	12	64	127

Table 4: Mean scores and standard deviations (SD) for the executive function measures in healthy young and older participants and individual scores for brain-damaged participants.

Note: TMT: Trail Making Test; TOL: Tower of London

Each brain-damaged participant's performance for executive function was compared with the results of his or her equivalent age group. *Z* scores were calculated for executive function measures (except for the TOL measures that were normal) for each brain-damaged participant. Figure 3 displays *Z* scores for the executive functions, in brain-damaged participants.

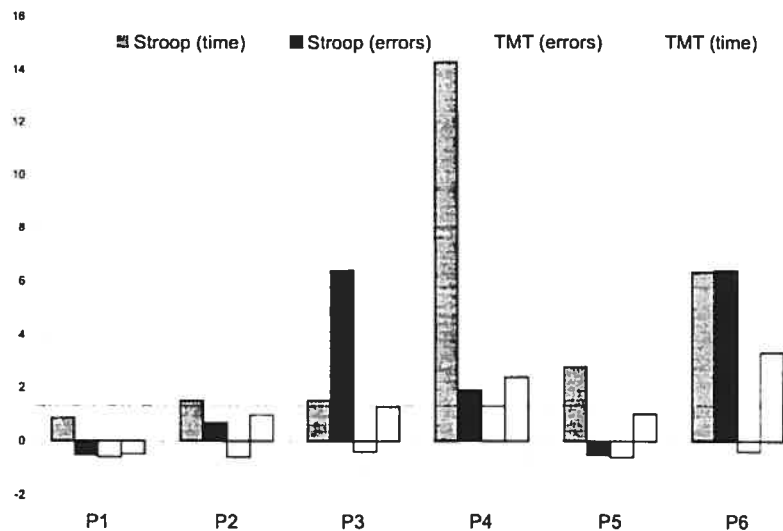


Figure 3: *Z* scores for executive function measures (Stroop and TMT) in brain-damaged participants according to age.

Note: TMT: Trail Making Test.

All brain-damaged participants performed normally on the TOL. P1 had normal performance on the Stroop, TMT and TOL tests. All the other brain-damaged participants performed below normal on the Stroop test and three of them (P4, P5, P6) also performed below normal on the TMT.

Discussion

This study was designed to investigate text comprehension and cognitive functions in left-brain-injured participants who had recovered from aphasia but who continued to complain about discourse comprehension problems, although their clinical assessments did not show any problems.

The results showed that all of these participants had text comprehension deficits when comprehension was assessed with the three experimental texts. Four participants had below-normal macrostructure recall, two of them with the text that had a lot of details and a need to update the situational model (these two participants did not in fact update the situational model), the third participant with the text that had most details, and the fourth participant with the text that had fewest details and a need to update the situational model and also with the text that had most details. All brain-damaged participants had a microstructure recall below normal for one or two of the texts. These findings tend to show that the comprehension profiles of the brain-damaged participants are related to the semantic load of the text (few or many details) and to the necessity to update the situational model. These characteristics seem to be associated with the cognitive demand required to process these texts for comprehension. The cognitive demand made by the different representation levels of text comprehension or by the transition from one level to another is dependent on the text's characteristics. Similar findings were obtained in an earlier study of text comprehension in normal aging (Chesneau *et al.*, 2007).

The literature on this topic suggests that aphasic patients perform worse than healthy controls on microstructure recall but normally on macrostructure and situational model recall (Huber, 1990; Nicholas & Brookshire, 1995; Ulatowska *et al.*, 1990). However, although text characteristics (microstructure and

macrostructure) were controlled for in these studies, the semantic load (number of semantic propositions) was always the same and there was no manipulation of the semantic load of the texts. In our study, unexpectedly, the brain-damaged participants presented difficulties not only with microstructure and macrostructure recall but also with situational model updating. These problems were revealed because the protocol was designed to assess all the representation levels in the comprehension process. These results confirm the importance of using texts in which microstructure, macrostructure and situational model updating are controlled and of varying the semantic load, in the assessment of text comprehension. Furthermore, this protocol enabled us to objectivize text comprehension deficits which were not revealed by a classical clinical assessment.

The six brain-damaged participants in this study did not have any linguistic deficits that could explain their discourse comprehension problems. We investigated the different kinds of memory (in Kintsch's 1988 model) underlying text comprehension, as well as executive functions, which may be impaired in brain-damaged participants (Keil & Kaszniak, 2002). In contrast to our predictions, the results did not reveal a long-term memory deficit in all patients who presented difficulties with microstructure or macrostructure. However, the results did show a short-term memory deficit, which was manifested by a reduced span in all of these participants. Four of them had no working memory deficit (no manipulation deficit), as confirmed by a normal result on the Alpha Span.

This finding contrasts with those of Caspari, Parkinson, LaPointe, and Katz (1998), who explain text comprehension deficits as resulting from a working memory deficit affecting the manipulation component. However, in that study, text comprehension was assessed using the Reading Comprehension Battery for Aphasia in which the texts are short paragraphs (LaPointe & Horner, 1979). If the cognitive demand depends on the text's characteristics and on semantic load, it is difficult to reach any conclusion if only paragraphs are used to assess text comprehension. Paragraphs permit one to better assess syntactic processing rather than whole text comprehension.

In the current study, the brain-damaged participants presented a short-term memory deficit and a text comprehension deficit, but one deficit is not necessarily correlated with the other. Indeed, all participants made the same complaints regarding text comprehension but they did not have the same text comprehension deficit (macrostructure or microstructure or situational model updating). When two participants presented what appeared to be the same deficit in text comprehension, it was not necessarily with the same text. For example, P3 and P6 both had difficulties with the recall of macrostructure but one had difficulties with MICRO/MS and the other with MICRO+. Each participant presented one particular association between comprehension and other cognitive deficits. Every participant had different memory deficits associated with his or her short-term memory deficits. Two participants presented a concomitant working memory deficit, while another also had an episodic memory deficit. Two other participants presented a long-term memory deficit associated with the short-term memory deficit, and one of them also had an episodic memory deficit. None of these brain-damaged participants had an isolated short-term memory deficit. Viewed in this way, each text comprehension deficit seems result from the association of different memory deficits and is certainly the outcome of the association of a variety of other cognitive deficits including those affecting executive functions. Those authors who have linked text comprehension or syntactic comprehension to a working memory deficit did not take the possibility of other cognitive deficits into account in their studies (Caplan & Waters, 1995; Caspari *et al.*, 1998; Francis, Clark, & Humphreys, 2003; Friedmann & Gvion, 2003).

The number of studies evaluating the influence of executive functions on aphasic subjects' performance of cognitive tasks has increased in recent years (Fridriksson, Nettles, Davis, Morrow, & Montgomery, 2006; Helm-Estabrooks, 2002; Purdy, 2002; Ramsberger, 2005). Intact executive functioning is necessary for an adequate response to new and complex environmental demands.

In the current study, three tasks (TOL, Stroop, TMT) were chosen to assess different executive functioning processes in our six participants who had complained about discourse comprehension. The TOL was used to address goal-

directed planning. The brain-damaged participants performed this task with the same accuracy, efficiency and speed as the healthy participants. Given this result, their comprehension problems could not be explained by a planning deficit. The Stroop and TMT tasks were used to address cognitive flexibility. The brain-damaged participants presented difficulties with the Stroop task and two of them also had difficulties with the TMT. These findings replicate Purdy's (2002) results, in which deficits affecting cognitive flexibility were identified.

One possible hypothesis is that a cognitive flexibility deficit in the brain-damaged participants influences their text comprehension. However, this cognitive deficit did not occur in isolation, as these participants also presented different memory deficits. Consequently, the observed text comprehension problems are certainly related to a combination of cognitive deficits and not simply to one specific deficit.

Although participants with text comprehension complaints demonstrated some difficulties with different kinds of memory added to cognitive flexibility, caution should be used in generalizing this observation to other individuals with text comprehension deficits. Furthermore, our study does not indicate whether the various processes involved are related or independent.

Of the six participants selected for this study, two of them presented posterior lesions (P1 and P3) and four had frontal lesions (P2, P4, P5, P6). The brain-damaged participants had different neuropsychological profiles. However, it was difficult to relate these profiles to the location of their lesion. The brain-damaged participants with frontal lesions presented some executive dysfunctions (measured by the Stroop and TMT tasks) but one of the brain-damaged participants with a posterior lesion (P2) presented executive dysfunctions too. The lesions of these brain-damaged participants were too large to permit one to relate lesion location to neuropsychological profile. Moreover, the time post-onset had probably allowed a different cerebral reorganization to occur for each participant.

This study emphasizes the importance of assessing text comprehension with several texts that vary in semantic load and in necessity to update the situational model. It also points to the need for clinicians to consider cognitive

functioning as a whole whenever complex cognitive activities are under consideration.

Discourse comprehension does not rely on language-specific processes alone but also on many other non-linguistic and cognitive processes. Thus, our findings have implications for cognitive interventions targeting reading comprehension abilities after brain damage, whether with aphasia or without it.

References

- Belleville, S., Rouleau, N., & Caza, N. (1998). Effect of normal aging on the manipulation of information in working memory. *Memory and Cognition*, 26, 572–583.
- Brookshire, R. H., & Nicholas, L. E. (1984). Comprehension of directly and indirectly stated main ideas and details in discourse by brain-damaged and non-brain-damaged listeners. *Brain and Language*, 21, 21–36.
- Buschke, H. (1973). Selective reminding for analysis of memory and learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 543–550.
- Caplan, D., & Waters, G. (1995). Aphasic disorders of syntactic comprehension and working memory capacity. *Cognitive Neuropsychology*, 12, 637–649.
- Caspari, I., Parkinson, S. R., LaPointe, L. L., & Katz, R. C. (1998). Working memory and aphasia. *Brain and Cognition*, 37, 205–223.
- Chesneau, S., Jbabdi, S., Champagne, M., Giroux, F., & Ska, B. (2007). Text comprehension, cognitive resources and aging. *Psychologie et neuropsychiatrie du vieillissement*, 5, 1–18.
- Chesneau, Roy, & Ska (in press)
- Cook, A. E., Halleran, J. G., & O'Brien, E. J. (1998). What is readily available during reading? A memory-based view of text processing. *Discourse Processes*, 26, 109–129.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory [Review]. *Psychological Review*, 102, 211–245.
- Ferstl, E. C., Guthke, T., & von Cramon, D. Y. (1999). Change of perspective in discourse comprehension: Encoding and retrieval processes after brain injury. *Brain and Language*, 70, 385–420.
- Ferstl, E. C., Guthke, T., & von Cramon, D. Y. (2002). Text comprehension after brain injury: Left prefrontal lesions affect inference processes. *Neuropsychology*, 16, 292–308.
- Ferstl, E. C., Walther, K., Guthke, T., & Von Cramon, D. Y. (2005). Assessment of story comprehension deficits after brain damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27, 367–384.

- Francis, D. R., Clark, N., & Humphreys, G. (2003). The treatment of an auditory working memory deficit and the implication for sentence comprehension abilities in mild “receptive” aphasia. *Aphasiology*, 17, 723–750.
- Frederiksen, C. H., & Stemmer, B. (1993). Conceptual processing of discourse by a right hemisphere brain-damaged patient. In H. H. Brownell & Y. Joannette (Eds.), *Narrative discourse in normal aging and neurologically impaired adults* (pp. 239–278). San Diego, CA: Singular Press.
- Fridriksson, J., Nettles, C., Davis, M., Morrow, L., & Montgomery, A. (2006). Functional communication and executive function in aphasia. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 20, 401–410.
- Friedmann, N., & Gvion, A. (2003). Sentence comprehension and working memory limitation in aphasia: A dissociation between semantic-syntactic and phonological reactivation. *Brain and Language*, 86, 23–39.
- Gauthier, L., Dehaut, F., & Joannette, Y. (1989). The Bells Test: A quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Neuropsychology*, 2, 49–54.
- Helm-Estabrooks, N. (2002). Cognition and aphasia: A discussion and a study. *Journal of Communication Disorders*, 35, 171–186.
- Hough, M. S. (1990). Narrative comprehension in adults with right and left hemisphere brain damage: Theme organization. *Brain and Language*, 38, 253–277.
- Huber, W. (1990). Text comprehension and production in aphasia: Analysis in terms of micro- and macroprocessing. In Y. Joannette & H. Brownell (Eds.), *Discourse ability and brain damage* (pp. 154–179). New York: Springer-Verlag.
- Keil, K., & Kaszniak, A. W. (2002). Examining executive function in individuals with brain injury: A review. *Aphasiology*, 16, 305–335.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 9, 163–182.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.

- LaPointe, L. L., & Horner, J. (1979). *Reading comprehension battery for aphasia*. Austin, TX: Pro-Ed Inc.
- Lojek-Osiejuk, E. (1996). Knowledge of script reflected in discourse of aphasics and right-brain-damaged patients. *Brain and Language*, 53, 58–80.
- Mazaux, J. M., & Orgogozo, J. M. (1981). *Boston Diagnostic Aphasia Examination*. Paris: Éditions Scientifiques et Psychologiques.
- Nicholas, L. E., & Brookshire, R. H. (1995). Comprehension of spoken narrative discourse by adults with aphasia, right-hemisphere brain damage, or traumatic brain injury. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 4, 69–81.
- Purdy, M. (2002). Executive function ability in persons with aphasia. *Aphasiology*, 16, 549–557.
- Ramsberger, G. (2005). Achieving conversational success in aphasia by focusing on non-linguistic cognitive skills: A potentially promising new approach. *Aphasiology*, 19, 1066–1073.
- Regard, M. (1981). *Cognitive rigidity and flexibility: A neuropsychological study*. Unpublished Ph.D. dissertation, University of Victoria, BC.
- Reitan, R. M. (1956). *Trail making test: Manual for administration, scoring, and interpretation*. Bloomington, IN: Indiana University.
- Rizzella, M. L., & O'Brien, E. J. (2002). Retrieval of concepts in script-based texts and narratives: The influence of general world knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 780–790.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199–209.
- Siegel, S., Castellan, N., & John, J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York: McGraw-Hill.
- Stemmer, B. (1999). Discourse studies in neurologically impaired populations: A quest for action. *Brain and Language*, 68, 402–418.
- Stemmer, B., & Joannette, Y. (1998). The interpretation of narrative discourse of brain-damaged individuals within the framework of a multi-level discourse model. In M. Beeman & C. Chiarello (Eds.), *Right hemisphere language*

comprehension: Perspectives from cognitive neuroscience (pp. 329–348).

London: Lawrence Erlbaum Associates.

Ulatowska, H. K., Allard, L., & Chapman, S. B. (1990). *Narrative and procedural discourse in aphasia*. New York: Springer-Verlag.

Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

Wechsler, D. (1969). *Manuel de l'échelle clinique de mémoire de Wechsler*. Paris: Les éditions du centre de psychologie appliquée.

Wechsler, D. (1987). *Wechsler memory scale – Revised*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

Article 4

Chesneau, S., Jbabdi, S., Ska, B. Text comprehension and eye movements after aphasia recovery. *Journal of International Neuropsychological Society*

Soumis Mai 2007

Bernadette Ska^{1,2}

³ U678 Inserm/UPMC, Paris, France.

Abstract

This study examines eye movements and text comprehension in four left-brain-damaged adults who continued to complain of discourse comprehension problems (after recovery from aphasia) despite normal functioning at basic levels and a lack of objective impairment in clinical assessment. Participants were asked to read and understand two narrative texts and their eye movements were recorded during reading. The texts varied according to the amount of information to be processed. The results indicate that the subjects' eye movements were abnormal for both texts (fixation and regression numbers were increased and fixation duration was longer) and that both eye movements and text comprehension are influenced by the semantic characteristics of the text. These findings have implications for interventions targeting reading comprehension in aphasia.

Keywords

Text comprehension, eye movements, reading, aphasia

INTRODUCTION

In clinical descriptions of aphasia, some patients complain of discourse comprehension problems despite normal functioning at basic levels (phonological, morphological, syntactic and semantic). Discourse refers to connected language, either written (e.g., newspaper articles, books) or oral (e.g., watching television). The assessment of comprehension often cannot objectivize such complaints with the classical tests used in aphasiology. However, the recording of eye movements may be useful in this case.

During the act of reading, the eyes move in a series of progression saccades (moving forward in the text) and regression saccades (moving backward in the text). Between saccades, there are resting or fixation periods during which the eyes remain stationary. Research on normal reading (Baccino & Pynte, 1998; Just & Carpenter, 1980; Kemper & McDowd, 2006; Rayner, 1998; Rayner, Chace et al., 2006; Rayner, Reichle et al., 2006; Rayner et al., 1996) has repeatedly demonstrated that the number of fixations, the duration of fixation and the occurrence of regressions are determined not only by visual and oculomotor factors but also by the semantic and syntactic characteristics of the text. Eye movements are influenced by textual variables. For example, as a text becomes conceptually more difficult, the fixation duration and frequency of regressions increase and, at the same time, the length of saccades decreases. These findings indicate that eye movement measures can be used to infer cognitive processes in reading. The variability of the measurements reflects online processing. It has been shown that poor readers and dyslexic readers have more and longer fixations and more regressions than normal readers (De Luca et al., 2002; Hutzler & Wimmer, 2004). Comprehension problems in aphasia may be related to syntactic features of the text (Caplan et al., 2006; Caplan & Waters, 1995; Caramazza & Zurif, 1976; Wassenaar et al., 2004). Comprehension difficulties are also related to a text's semantic characteristics. In particular, it has been shown that an increase in the number of micropropositions, independently of the number of words, leads to a decrease in comprehension (Kintsch & Keenan, 1973; Kintsch et al., 1975;

Waters, 1978). A microproposition is defined as the smallest semantic unit in a text, generally composed of a predicate and at least one argument. Considering the influence of semantic characteristics on text comprehension, different approaches or means employed to assess text comprehension in aphasia should give different results. For example, two tests developed to assess the processing of macrostructure (main ideas) and microstructure (micropropositions) have produced different results; the only difference was the length of the texts used in these tests, but it proved to be an important difference (Ferstl et al., 2005; Nicholas & Brookshire, 1995). This example confirms that an increase in the number of details, and thus in the number of micropropositions, of a text leads to an increase in the cognitive load and, consequently, to different results in an aphasic population. By taking into account the semantic characteristics of the texts used as stimuli, and by manipulating them, one can test specific hypotheses.

In the study by Chesneau et al. (2007), the texts differed in terms of semantic load, and the results emphasized a specific deficit or weakness in text comprehension processing. Another feature influencing comprehension is redundancy. Huber (1990) showed that redundancy helps aphasic patients to understand texts. In accordance with this proposal, a text with minimal redundancy will make it possible to highlight a weakness in macrostructure processing; on the other hand, a text with a lot of details will highlight a weakness in microstructure processing. This sort of narrative manipulation has shown that text comprehension by elderly adults is influenced by the semantic load of the text (Chesneau et al., 2007). To date, no studies have examined what impact this sort of semantic manipulation will have on eye movement (on-line processing) in aphasia.

There are few studies of eye movements during reading in the aphasic population. One difficulty in examining the reading behavior of aphasic patients stems from the fact that their impairment may be associated with an oculomotor disturbance. However, such a disturbance depends on the location and size of the lesion (Hartje, 1972; Luria, 1966), and not all aphasics experience this kind of problem (Klingelhöfer & Conrad, 1984).

Most studies of eye movements in aphasia focus on pictorial or written decision tasks (Dickey et al., 2007; Huber et al., 1988). In the study by Dickey et al. (2007) syntactic manipulation was tested. That study examined agrammatic aphasic individuals' on-line comprehension of sentences. Participants' eye movements were monitored while they listened to short stories and looked at visual displays depicting elements mentioned in the stories. The study by Huber et al. (1988) examined the processing that precedes the construction of reversible and irreversible sentences. The words were presented on a screen and the participants had to choose a solution. Participants' eye movements were recorded during the task to explore the strategy used to build the sentence. Some studies (Behrmann et al., 2001; Klingelhöfer & Conrad, 1984) have explored eye movements in patients with severe linguistic impairments. Klingelhöfer and Conrad (1984) found different eye movement profiles related to different types of aphasia. They examined eye movements during reading but the reading material used was just one short paragraph and a word list. Behrmann et al. (2001) studied eye movement profiles in pure alexic patients; their results show that the alexic readers exhibited an increase in the number and duration of fixations per word and in the regressive saccades per word. Those studies focused on eye movements related to the comprehension and production of particular syntactic constructions, or to reading words, but none of them studied eye movements related to comprehension when the variables are semantic manipulations. Moreover, to date, no study has targeted left-brain-damaged adults who have recovered their language but continue to complain of text comprehension problems.

The goals of this study were to record the eye movements of brain-damaged participants who complained of text comprehension problems but who had no linguistic impairments and to assess the impact of semantic manipulations on such eye movements. Based on the literature, the following results were anticipated: the brain-damaged participants would make more and longer fixations and more regressions than the control participants even if they understood the text, and the profile of eye movements would be related to the semantic characteristics

of the text, defined as the number of micropropositions.

METHOD

Participants and Measures

Brain-injured participants

Six participants with left brain damage were selected. Post-onset, they suffered from severe or mild symptoms of aphasia. Two of them with reduced visual acuity were excluded from the study because their glasses disrupted the Eyetracker's calibration. At the time of testing, all four participants were very mildly impaired or not impaired in terms of the severity of their aphasia. However, all four of them complained of discourse comprehension problems. They were right-handed and native French speakers. (See participant profiles in Table 1.) Exclusion criteria were visual exploration problems and moderate or severe symptoms of aphasia.

Control participants

Control participants were selected in order to match age and education level of the brain-damaged subjects. Thirty older adults were assessed, but eight of them who had reduced visual acuity were excluded from the study because their glasses disrupted the Eyetracker's calibration. Thus, the older participants were 22 adults (8 men, 14 women) from 60 to 80 years of age ($M = 67.6$, $SD = 5.9$) with a mean of 15 years of formal education ($SD = 2.5$). The young participants were 30 adults (8 men, 22 women) from 21 to 40 years of age ($M = 27$, $SD = 5.8$) with a mean of 16 years of formal education ($SD = 1.5$). All participants were right-handed, native French speakers with normal or corrected vision (lenses or glasses that permitted calibration of the Eyetracker) and with no known history of dyslexia, stroke or other neurological disease, as assessed by a screening questionnaire.

The Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal Ethics Committee approved the study.

Instruments used to select brain-damaged participants

French version of the Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE) (Mazaux & Orgogozo, 1981). This test evaluates the phonological, morphological, syntactic and semantic aspects of the processes of language comprehension (word discrimination, commands and text interpretation) and language production (naming, repetition of words and phrases, text production). The four brain-damaged participants selected for this study presented normal results at the BDAE. No text comprehension difficulties were revealed by this clinical assessment. Only one participant (P2) did not obtain the maximum points in the naming part of the test because he took more time than the norm to find the word.

Bells Test (Gauthier et al., 1989). This test evaluates visual exploration. The four brain-damaged participants selected for this study presented normal results on this test.

Table 1 displays the demographic and clinical features of the aphasic participants.

Participant	Age (years)	Gender	Education (years)	Time post-onset	Neurological information	Aphasia symptoms post-onset	Aphasia symptoms at the time of testing
P1	35	F	14	2 months	Ischemia: Left parieto- temporal	Mild conduction aphasia	None
P2	64	M	16	4 years	Ischemia: Left fronto- parietal	Severe Broca's aphasia	Mild naming deficit
P3	60	M	16	5 years	Ischemia: Left fronto- parietal	Global aphasia	None
P4	28	F	11	10 years	Aneurism: Left fronto- parietal	Global aphasia	None

Table 1: Demographic and clinical features of aphasic participants

Technical system

The experiment was controlled by a desktop computer and two interconnected screens. One 19" high-resolution screen presented the text to read (black characters on a white background) while the other screen followed the video eye trace. Eye movements were recorded by a Video Eyetracker Toolbox (VET) (Cambridge Research Systems) based on the corneal glint technique.¹ The spatial resolution was 0.1° and the frequency sampling was 50 Hz. Each participant put his or her head on a headrest to avoid moving during reading. Each new text presentation was preceded by a two-dimensional calibration procedure.² During the reading, the data corresponding to x and y coordinates from the eye movements were automatically stored. The data processing specified gaze position (fixation position and reading trajectory) and temporal rate (fixation time). This processing enabled us to generate data corresponding to progression or regression saccades (eye movements that continued the reading path or went backward in the text) and to fixations for statistical analyses.

Reading task

Text comprehension was assessed with a reading task (Chesneau et al., in press) followed by the recall of the macrostructure and microstructure of the text.

Five texts were created for the reading task: one training text and two series of two texts. All texts were comparable for word frequency, sentence length and syntactic complexity. In each series, the two texts corresponded to different versions of the same story. Each text dealt with the same theme and differed in one aspect: the number of micropropositions. The number of micropropositions was

¹ The principle consists of illuminating the center of the pupil using an infrared light source. The infrared light reflected by the cornea transits through a lens and draws a complete infrared picture of the eye on the optical detector. The exit signal is amplified to calculate the position of the center of gravity of the light on the picture. This position is dependent on the eye's position. The VET illuminates the eye with two infrared light sources to create two distinct glints on the cornea. The use of two illumination sources enables the system to track the eye over a wide range of rotations and to determine eye geometry more accurately.

² The calibration procedure requires the subject to view a number of screen targets from a known distance. This allows the VET to learn an individual's viewing geometry so that it can determine the view direction for all subsequent images. Once calibrated, the system is able to track the subject's eye movements and project the current fixation point onto the display screen.

increased by the addition of details. More specifically, in each series, one version of the story had a lot of micropropositions, while the second version of the story had fewer. The macrostructure (main ideas) of both versions of the story was the same whereas the microstructure (micropropositions) varied in each version. In order to avoid a learning effect related to the content, each participant read one text from each series. One story tells of an airplane crash and the other of a car accident. In the text called MICRO+, the number of micropropositions is overloaded (90 micropropositions). In the text called MICRO–, the number of micropropositions is underloaded (43 micropropositions).

Each participant had to read the training text and two experimental texts, one text from each series, having different form and content. First of all, the participant had to read a text. Then, he or she had to produce a condensed version of the text in the form of a summary, in order to recall the macrostructure. After the participant provided the summary, his or her memory of text micropropositions was measured using a questionnaire. Simple questions, such as “What is the color of...,” were asked about content of the micropropositions appearing in the text. The number of questions varied with each text (depending on the number of micropropositions). For MICRO+, 20 questions permitted us to assess the microstructure, while 12 were sufficient for MICRO–.

Procedure

Each participant was tested in a quiet room at the Institut Universitaire de Gériatrie in Montreal. The testing of each control participant lasted approximately 30 minutes. Each brain-injured participant was tested in two sessions lasting approximately 45 minutes each. The first session permitted us to select the participants: they completed the clinical language test (BDAE) and the visual exploration test (Bells). The reading task was administered during the second session. The participants were informed that they would have to read three texts and respond to a questionnaire after each one. Texts were presented in a 20-point font on a computer screen. The whole text appeared on the screen at once so that

participants could reread portions if they wanted. The screen was 57 cm from the headrest where the participant's head was. The eye movements were recorded during reading.

The participants read the training text silently without any timing constraints and responded to the corresponding questionnaire. After that, they read the two experimental texts. The Eyetracker was calibrated before each reading (see above). The responses to the questionnaires were tape-recorded and transcribed later for analysis.

Statistical analyses

A descriptive method was chosen in order to compare each aphasic participant's performance with the results of his or her equivalent age group among the controls and also to compare individual performance on the different tests.

Z scores were calculated for each measure and each aphasic participant. A participant's result was considered to be abnormal if it was lower or higher than the control group's mean by 1.5 standard deviations or more.

RESULTS

Eye movements

Eyetracker measures during reading are reading time, fixation number, fixation duration, and number of regression saccades.

Three of the brain-damaged participants (P1, P3, P4) showed eye movement measures in the two experimental texts that were very different from the results of the control participants. Their reading time was longer and the numbers of fixations and regressions were larger. The fixation duration was also longer for two brain-damaged participants (P1, P4) (see Table 2). P2, on the other hand, presented similar results to his equivalent age group for each eye movement measure except the number of regressions, which was greater on the MICRO+ text. Table 2 displays the values for eye movements.

Participants		Reading time (seconds)	Fixation number	Fixation time (milliseconds)	Regression number	Reading time (seconds)	Fixation number	Fixation time (milliseconds)	Regression number
Healthy	Young	72	147	202	49	39	79	201	25
		(SD) (22)	(60)	(22)	(17)	(12)	(31)	(24)	(9)
	Older	75	173	209	58	43	98	206	30
		(SD) (15)	(44)	(15)	(23)	(15)	(47)	(22)	(12)
Brain-damaged	P1	160.2	309	280	108	74.7	152	260	46
	P2	83.9	175	200	114	44.7	93	200	34
	P3	163.7	377	200	145	82.4	217	200	75
	P4	135	319	240	89	75.7	178	230	47

Table 2: Mean scores and standard deviations (SD) for the Eyetracker measures for younger and older control participants and individual scores for brain-damaged participants. Micro+ was the text with a lot of details and Micro- was the text with fewer details.

Each brain-damaged participant's eye movement measures were compared with the results of his or her equivalent age group using Z scores. Figure 1 and Figure 2 display the Z scores for eye movement measures in brain-damaged participants for MICRO+ and MICRO-.

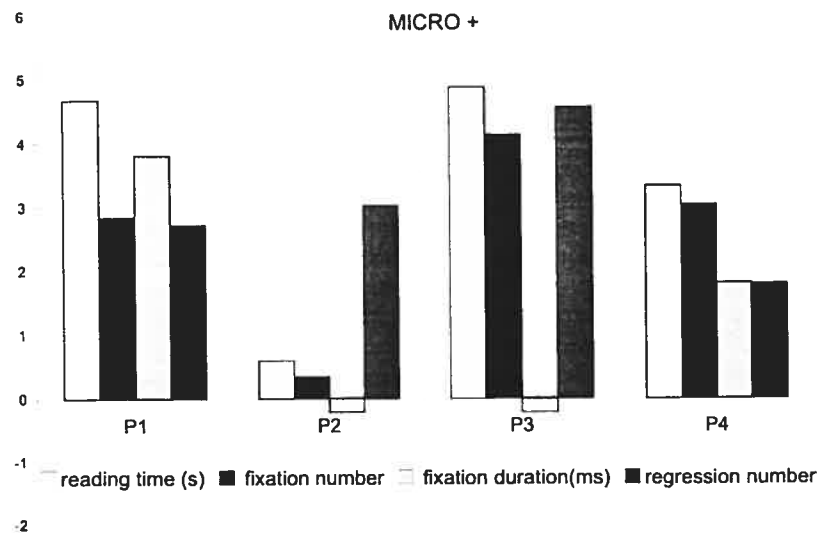


Figure 1: Z scores for eye movement measures in brain-damaged participants for MICRO+

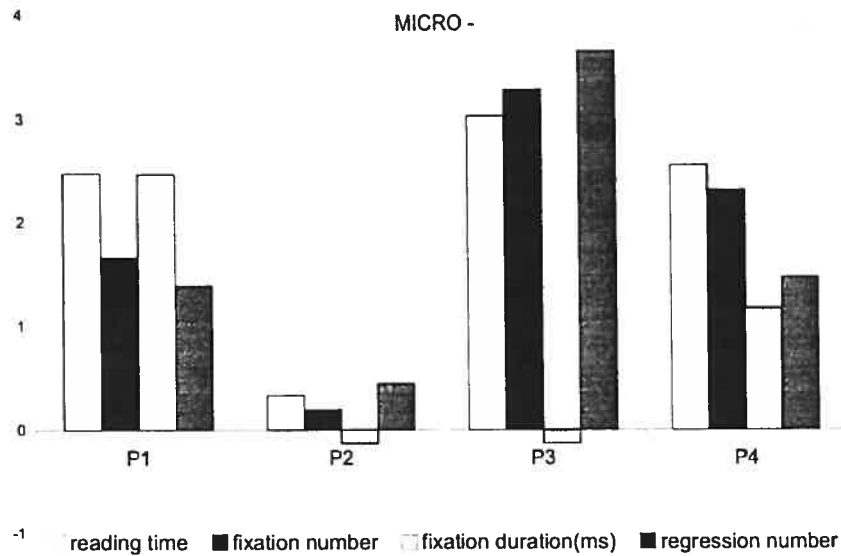


Figure 2 : Z scores for eye movement measures in brain-damaged participants

As shown in Figure 1 and Figure 2, the brain-damaged participants presented different eye movement profiles according to text, particularly for the number of fixations and regressions and for the fixation duration.

Text comprehension

The brain-damaged participants presented different profiles on the text comprehension measures (see Table 3). Table 3 displays the mean scores for the text comprehension measures for young and older control participants and individual scores for brain-damaged participants for both texts (MICRO+ and MICRO-).

Participants		MICRO+		MICRO-	
		Main ideas	Details	Main ideas	Details
Healthy	Young	100	81 (6.6)	100	90 (8.6)
	Older	99 (4)	74 (14)	97 (7)	87 (11)
Brain-damaged	P1	60	80	100	75
	P2	100	70	100	42
	P3	100	75	80	67
	P4	100	90	100	92

Table 3: Mean scores (percentage of correct responses) and standard deviations (SD) for the text comprehension measures for younger and older control participants and individual scores for brain-damaged participants.

As shown in Table 3 and also in Figure 3, P1 had difficulties with the text that had a lot of micropropositions. She was not able to correctly recall the macrostructure. She was also unable to correctly recall the microstructure of the text MICRO-, which had fewer micropropositions. P2 had difficulties with the text that had fewer micropropositions; he was not able to correctly recall the details of MICRO-. P3 also had difficulties with the text that had fewer micropropositions; he was not able to correctly recall the macrostructure or microstructure of MICRO-. Finally, P4 performed at a level equivalent to her age-matched controls. Each brain-damaged participant's performance on text comprehension was compared with the results of his or her equivalent age group. Figure 3 displays the Z scores for text comprehension measures in brain-damaged participants.

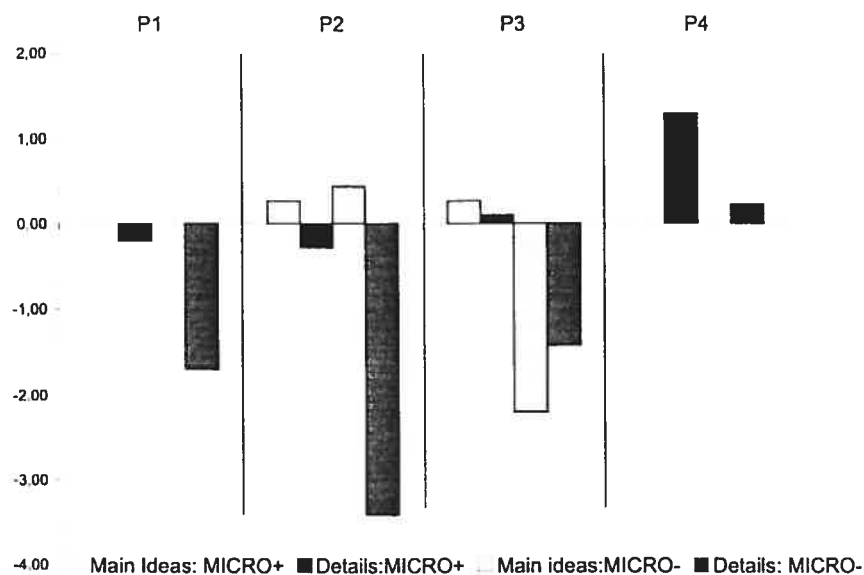


Figure 3: Z scores for text comprehension measures in brain-damaged participants for MICRO+ and MICRO-; Z scores of main ideas for P1 and P4 cannot be calculated because there was no standard deviation in the control group's mean.

DISCUSSION

This study was designed to investigate the eye movements during reading of brain-injured participants who complained of discourse comprehension problems although their clinical assessment did not reveal any problems. Compared with control subjects, the results showed that three of the brain-damaged participants had abnormal eye movements while reading the two experimental texts, whereas the fourth participant only had abnormal eye movements on the MICRO+ text. Furthermore, the text comprehension results were normal for three of the brain-damaged participants for the text with many micropropositions and abnormal for three of them for the text with fewer micropropositions.

The eye movement profiles of three of the brain-damaged participants (P1, P3, P4) were abnormal for both texts. However, each participant's *Z* scores were different for MICRO+ and MICRO– such that the difference from control participants' eye movement profiles was smaller for MICRO– than for MICRO+. These results are crucial because they show that the eye movement profiles of the brain-damaged participants depend on text processing and not just on ocular motility. If eye movements were only dependent on an oculomotor function, the difference between brain-damaged and control participants would be the same for both texts. This finding agrees with the model presented by Rayner et al. (1996) in which the profile of eye movements is determined not only by oculomotor factors but also by text processing. These three brain-damaged participants did not have the same kinds of lesions or the same type of aphasia post-onset (see Table 1); moreover, none of them had any remaining detectable linguistic impairment. Nevertheless, they still had the same text comprehension problems and they also had the same eye movement profiles (more fixations, longer fixations and more regressions). These eye movement profiles point to the strategies these patients use to read and understand texts.

These findings replicate the results of Klingelhöfer and Conrad (1984) showing that eye movement behavior is determined by a general adjustment to

specific aphasic problems with the processing of written information. By contrast, Klingelhöfer and Conrad showed that Broca's aphasics had normal eye movements when they read silently. In our study, the subjects were instructed to read silently and all of the brain-damaged participants presented abnormal eye movements. One possible explanation for this difference is that the texts used by Klingelhöfer and Conrad (1984) were too easy and too short for their patients to show any abnormalities in their eye movement behavior.

Brain-damaged participant P2 had made the same complaints as the other brain-damaged participants but presented a different profile of eye movements. The number of fixations and the duration of these fixations were normal but the number of regressions was larger than in control participants. However, this participant and his family told us that his reading had been extremely fast before the stroke, and that when he would read the same text as another person, he always finished his reading before the other person did. This testimony suggests that before his stroke, this participant had a stronger eye movement profile in reading, making fewer fixations than the mean for healthy participants (two of the healthy participants in this study had this type of profile). Consequently, the stroke gave participant P2 an almost normal eye movement profile (except for the number of regressions). However, P2 seems to consider this change in his reading abilities to be major and this perception may partly explain his complaints.

Although the clinical assessment did not show a text comprehension impairment, either in syntactic comprehension or in brief text comprehension, three of the four brain-damaged participants presented text comprehension deficits for MICRO– and one of them for MICRO+. These findings tend to show that the comprehension profiles of the brain-damaged participants are related to the semantic load of the text (few or many micropropositions). These types of texts are not currently presented in the clinical assessment of aphasia.

Considering the MICRO+ and MICRO– texts, the results of the comprehension measures are inversely related to the results for the eye movement profiles. When the brain-damaged participants understood the texts well, their eye

movement profiles differed more from the normal eye movement profiles than when they presented poor text comprehension. Two hypotheses may be proposed to explain this interesting result. The first is based on the presence of redundancy. MICRO- is a text that contains few micropropositions, and thus there are few redundancies. If these patients have a working memory deficit, redundancy could help them to understand a text. Consequently, MICRO+ should be better understood than MICRO-. This explanation had previously been proposed in the literature (Huber, 1990; Ulatowska et al., 1990). However, the presence of redundancy does not explain the observed differences in eye movements. The second hypothesis is based on the visual appearance of the texts. MICRO- is shorter than MICRO+; the former text has 125 words and the latter has 247 words. This difference was immediately obvious on the screen and all the participants said about MICRO-, "This one will be easy!"

It is possible that the participants did not use the same strategies for the two texts. They thought that MICRO- was easier and unconsciously they made less effort to understand it. This hypothesis may explain both the eye movements for the two texts and the differences in text comprehension. Indeed, the eye movement analysis allowed us to objectivize the text comprehension complaints of these patients and also to highlight the stresses they experienced and the strategies they exhibited in understanding a text.

The eye movement analysis constitutes the first step in gaining an understanding of the patients' text comprehension problems. The eye movement profiles seem to show a need to compensate for a decline in the cognitive resources necessary to process text comprehension. The second step will be to identify which cognitive functions may be interfering with text comprehension after recovery from aphasia when there are no longer any linguistic deficits.

Nevertheless, although there is more to be done, the findings of the current study already have implications for interventions targeting reading comprehension abilities in aphasia.

REFERENCES

- Baccino, T., & Pynte, J. (1998). Spatial encoding and referential processing during reading. *European Psychologist*, 3, 51–61.
- Behrmann, M., Shomstein, S. S., Black, S. E., & Barton, J. J. S. (2001). The eye movements of pure alexic patients during reading and non reading tasks. *Neuropsychologia*, 39, 983–1002.
- Caplan, D., DeDe, G., & Michaud, J. (2006). Task-independent and task-specific syntactic deficits in aphasic comprehension. *Aphasiology*, 20, 893–920.
- Caplan, D., & Waters, G. (1995). Aphasic disorders of syntactic comprehension and working memory capacity. *Cognitive Neuropsychology*, 12, 637–649.
- Caramazza, A., & Zurif, E. (1976). Dissociation of algorithmic and heuristic processes in comprehension: Evidence from aphasia. *Brain and Language*, 3, 572–582.
- Chesneau, S., Jbabdi, S., Champagne, M., Giroux, F., & Ska, B. (2007). Text comprehension, cognitive resources and aging. *Psychologie et neuropsychiatrie du vieillissement*, 5, 1–18.
- Chesneau, Roy, & Ska (in press)
- De Luca, M., Borrelli, M., Judica, A., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2002). Reading words and pseudowords: An eye movement study of developmental dyslexia. *Brain and Language*, 80, 617–626.
- Dickey, M. W., Choy, J. W. J., & Thompson, C. K. (2007). Real-time comprehension of wh- movement in aphasia: Evidence from eyetracking while listening. *Brain and Language*, 100, 1–22.
- Ferstl, E. C., Walther, K., Guthke, T., & Von Cramon, D. Y. (2005). Assessment of story comprehension deficits after brain damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27, 367–384.
- Gauthier, L., Dehaut, F., & Joanette, Y. (1989). The Bells Test: A quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Neuropsychology*, 2, 49–54.

- Hartje, W. (1972). Reading disturbances in the presence of oculomotor disorders. *European Neurology*, 7, 249–264.
- Huber, W. (1990). Text comprehension and production in aphasia: Analysis in terms of micro- and macroprocessing. In Y. Joannette & H. Brownell (Eds.), *Discourse ability and brain damage*. New York: Springer Verlag.
- Huber, W., Luer, G., & Lass, U. (1988). Eye movement behavior in aphasia. In C. W. Johnston & J. F. Pirozzolo (Eds.), *Neuropsychology of eye movements* (pp. 201–233). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hutzler, F., & Wimmer, H. (2004). Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language*, 89, 235–242.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 329–354.
- Kemper, S., & McDowd, J. M. (2006). Eye movements of young and older adults while reading with distraction. *Psychology and Aging*, 21, 32–39.
- Kintsch, W., & Keenan, J. M. (1973). Reading rate as a function of number of propositions in the base structure sentences. *Cognitive Psychology*, 6, 257–274.
- Kintsch, W., Kozminsky, E., Streby, W. J., McKoon, G., & Keenan, J. M. (1975). Comprehension and recall of text as a function of content variables. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 196–214.
- Klingelhöfer, J., & Conrad, B. (1984). Eye movements during reading in aphasics. *European Archives of Psychiatry and Neurological Sciences*, 234, 175–183.
- Luria, A. R. (1966). *Les fonctions corticales supérieures de l'homme*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Mazaux, J. M., & Orgogozo, J. M. (1981). *Boston Diagnostic Aphasia Examination*. Paris: Éditions Scientifiques et Psychologiques.
- Nicholas, L. E., & Brookshire, R. H. (1995). Comprehension of spoken narrative discourse by adults with aphasia, right-hemisphere brain damage, or

- traumatic brain injury. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 4, 69–81.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372–422.
- Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific Studies of Reading*, 10, 241–255.
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C., & Pollatsek, A. (2006). The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on the eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging*, 21, 448–465.
- Rayner, K., Sereno, S. C., & Raney, G. E. (1996). Eye movement control in reading: A comparison of two types of models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1188–1200.
- Ulatowska, H. K., Allard, L., & Chapman, S. B. (1990). *Narrative and procedural discourse in aphasia*. New York: Springer Verlag.
- Wassenaar, M., Brown, C. M., & Hagoort, P. (2004). ERP effects of subject-verb agreement violations in patients with Broca's aphasia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 553–576.
- Waters, H. S. (1978). Superordinate-subordinate structure in semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 587–597.

Chapitre 3 : Discussion générale

1. Résumé et interprétation des résultats dans une mise en perspective des études

L'objectif général de cette thèse était d'évaluer les effets du vieillissement puis d'une lésion cérébrale gauche sur la compréhension de textes après la récupération des troubles aphasiques.

Plus spécifiquement nous voulions étudier la compréhension de textes dans le cadre d'un modèle théorique de compréhension de discours (Kintsch, 1988). Ce modèle d'analyse cognitive permettait à la fois une approche cognitive linguistique et une approche cognitive non linguistique de la compréhension. Dans cette perspective, notre but était double. D'une part, il s'agissait d'identifier les niveaux de représentation de la compréhension de textes dont le traitement pouvait être modifié au cours du vieillissement et après la survenue d'une lésion cérébrale gauche. D'autre part, il s'agissait d'identifier les fonctions cognitives qui pouvaient être responsables de ces modifications. Parallèlement nous avons examiné la mise en place de stratégies de compensation pendant la lecture chez les personnes âgées et chez les personnes cérébrolésées qui présentaient des plaintes en compréhension de textes malgré la récupération de leur aphasie. Quatre études ont conduit à la réalisation de ces objectifs.

1.1. Construction de textes narratifs selon un modèle théorique

Une première étude a permis l'élaboration d'une partie du protocole qui allait être utilisé dans les études suivantes. Le premier objectif de cette étude était la construction de textes qui mettraient en lumière un déficit ou des faiblesses dans le traitement de deux niveaux de représentation de la compréhension de textes : la base de texte (macrostructure et microstructure) et la mise à jour du modèle de situation. Afin de contrôler tous les paramètres pouvant intervenir au premier niveau de représentation de la compréhension de textes (niveau linguistique), nous avons construit un texte de base dont deux autres textes ont été dérivés à la suite de deux modifications. La première modification consistait à ajouter des propositions sémantiques et supprimer la mise à jour du modèle de situation afin d'alourdir la

microstructure et de simplifier la construction de modèle de situation. La seconde modification consistait à supprimer des propositions sémantiques afin d'alléger la microstructure. À l'issue de ces deux modifications, la même histoire se présentait sous trois formes différentes. Après la lecture de chacun des textes, plusieurs tâches étaient proposées visant l'évaluation du rappel de la macrostructure, de la microstructure et de la mise à jour éventuelle du modèle de situation. Afin d'éviter un apprentissage lié à la répétition de la même histoire, deux autres histoires assorties de deux modifications pour chacune ont été construites. On a ainsi obtenu neuf textes (et neuf questionnaires) répartis en trois séries de trois textes. À l'intérieur de chaque série, les textes devaient être équivalents en tous points en dehors de l'histoire qu'il racontait. Le second objectif de cette étude a donc été: la validation de l'équivalence des textes à l'intérieur de chaque série. Les textes ainsi construits et validés au cours de cette première étude ont pu être utilisés pour évaluer et identifier le type de traitement des niveaux de représentation de la compréhension de textes des participants inclus dans les études suivantes.

1.2. Compréhension de textes et vieillissement

La seconde étude avait pour objectif général d'analyser la compréhension de textes chez des personnes jeunes et âgées. Plus spécifiquement elle devait documenter l'impact du déclin de certaines fonctions cognitives sur le traitement des différents niveaux de représentation (base de texte et modèle de situation) de la compréhension de textes et identifier les stratégies d'adaptation qui étaient éventuellement mises en place au cours du traitement de la compréhension de textes. Les fonctions cognitives examinées dans cette étude allaient à l'ensemble des mémoires mentionnées par Ericsson et Kintsch, (1995) certaines fonctions exécutives et inhibitrices.

Ainsi à l'évaluation des niveaux de représentation de la compréhension de textes par la lecture des textes et la réalisation des tâches de l'étude 1, deux volets se sont ajoutés : l'administration de tests neuropsychologiques pour l'évaluation des fonctions cognitives sus-citées et l'analyse du mouvement des yeux pendant la

lecture. Ce contrôle devait permettre de déterminer si les modifications de certaines composantes cognitives pouvaient entraîner la mise en place de stratégies d'adaptation pendant le traitement en compréhension d'un texte.

Les tests neuropsychologiques qui ont servi dans cette étude étaient tous des tests classiquement utilisés en clinique sauf le test qui devait évaluer la «mémoire de travail à long terme». Cette mémoire étant uniquement invoquée par Ericsson et Kintsch, (1995), nous avons construit l'épreuve qui nous semblait la plus appropriée pour répondre à la définition que ces auteurs donnaient de ce type particulier de mémoire de travail. Selon ces auteurs, la mémoire de travail à long terme permettrait d'assurer la cohérence globale du texte. Quand le lecteur traite un texte, certaines informations sont liées à la partie déjà traitée et déjà stockée en mémoire à long terme. Kintsch postule qu'une «mémoire de travail à long terme» permettrait la récupération et la manipulation de ces informations.

Cette seconde étude a mené à trois constatations. Dans un premier temps les résultats ont montré que les différences observées entre personnes jeunes et âgées en compréhension de textes étaient dépendantes des caractéristiques des textes lus et particulièrement de la charge sémantique de ces textes. Ces différences sont apparues (avec des résultats moins bons pour les participants âgés) dans le traitement et rappel de la macrostructure quand le texte était peu chargé sémantiquement et dans le traitement et rappel de la microstructure quand le texte était surchargé sémantiquement. Cependant quelle que soit la charge sémantique du texte, le rappel et la mise à jour du modèle de situation était aussi bien réussi chez les participants jeunes et âgés. Ces premiers résultats portant sur le traitement des niveaux de représentation de la compréhension de textes indiquent que la compréhension n'est pas seulement dépendante de l'individu comprenant mais est aussi très largement dépendante du support et donc du texte. Dans un second temps, une analyse de corrélations entre les résultats obtenus au rappel de la microstructure des textes et aux tests neuropsychologiques a montré une variation dans les liens observés dépendante des textes lus. Des liens ont été mis en évidence entre mémoire de travail, fonction d'inhibition, « mémoire de

travail à long terme » et microstructure des textes chargés en détails qui nécessitaient la mise à jour du modèle de situation. Cependant seules la mémoire épisodique et la « mémoire de travail à long terme » ont pu être mises en lien avec la microstructure des textes surchargés en détail sans nécessité de la mise à jour du modèle de situation et aucun lien n'a été relevé pour les textes allégés en détails avec nécessité d'une mise à jour du modèle de situation. L'absence apparente de lien pour ce dernier type de texte n'indique pas que les fonctions cognitives testées n'interviennent pas dans le traitement de la microstructure mais plutôt que ce type de texte est sans doute trop court pour le révéler.

L'analyse de corrélations a permis dans cette étude de souligner la variation de la demande cognitive des textes ce qui confirme et précise le fait que la compréhension puisse être différente suivant la charge sémantique des textes. À nouveau, l'ensemble de ces résultats permet d'expliquer la grande diversité de propositions qui est faite dans la littérature sur l'implication de la mémoire de travail (DeDe, Caplan, Kemtes, & Waters, 2004; Stine, 1990), de la vitesse de traitement (Brébion, 2003; Salthouse, 1996), et des fonctions d'inhibition (Zacks, Radvansky, & Hasher, 1996) dans la compréhension de textes.

Par ailleurs le constat d'un lien entre rappel de la microstructure et « mémoire de travail à long terme » dans les deux textes présentant le plus de détails fournit un début d'explication concernant l'implication de cette mémoire particulière dans le traitement de la compréhension de textes. Cependant, les conclusions restent sujettes à caution, le test ayant permis de mesurer cette mémoire étant encore expérimental et n'ayant pour le moment reçu aucune validation. Il serait très intéressant de conduire une étude permettant la normalisation et la validation de ce test.

En dernier lieu, l'étude des stratégies de lecture par le biais de l'analyse des mouvements des yeux n'a révélé aucune stratégie d'adaptation mise en œuvre pour compenser la baisse de certaines composantes cognitives dans le vieillissement. Toutefois l'hétérogénéité des résultats concernant les mesures des mouvements des yeux quelle que soit la population concernée (jeune ou âgé) incite à souligner

certaines limites de cette étude. En effet, nous avons sélectionné des participants qui avaient un niveau de scolarité élevé. Cependant, contrairement à ce que nous avions supposé, le niveau de scolarité ne correspondait pas au profil de lecture. Nous avons constaté que les participants jeunes aussi bien que les participants âgés présentaient plusieurs profils de lecture. Nous avons rendu les groupes plus homogènes en faisant une analyse en grappe permettant de rassembler les participants selon leur profil de lecture. Ces groupes trop petits pour réaliser une analyse statistique ont cependant autorisé une analyse descriptive. Les personnes âgées présentant les moins bons scores en compréhension de textes conjointement au moins bons scores en mémoire de travail et en «mémoire de travail à long terme» présentaient aussi les profils de mouvement des yeux les plus lents alors que les personnes âgées qui présentaient les meilleurs scores en compréhension de textes présentaient par ailleurs les profils des mouvements des yeux les plus rapides. Ce constat est contraire à nos hypothèses de départ selon lesquelles les personnes âgées auraient pu ralentir leur lecture pour obtenir un score identique aux sujets jeunes en rappel de la microstructure.

Les résultats relatifs au traitement des niveaux de représentations de la compréhension ont donné des indications concernant les effets de l'âge sur le traitement de la compréhension de textes narratifs. Toutefois ces résultats n'impliquent que la population très scolarisée que nous avons choisie d'étudier. Pour pouvoir généraliser ces résultats il faudrait cibler des populations présentant différents niveaux de scolarité. Une étude qui comprendrait plusieurs groupes d'âge et de niveaux de scolarité permettrait d'établir des normes en fonction de ces paramètres.

1.3. Compréhension de textes et lésion cérébrale gauche

Les troisième et quatrième études avaient pour but d'analyser les niveaux de représentation de la compréhension de textes, les fonctions cognitives et les mouvements des yeux de participants cérébrolésés gauches présentant des plaintes de compréhension de textes après la récupération de leur aphasie. Ces plaintes de

compréhension n'étaient pas objectivées par les tests classiquement utilisés en clinique d'aphasiologie.

Ces études ont repris le protocole mis au point dans les études 1 et 2. Les deux groupes (jeunes et âgés) testés dans l'étude 2 ont été inclus ici comme groupe contrôle. L'article 3 « *What factors influence text comprehension after aphasia recovery?* » rapporte les analyses portant sur les niveaux de représentation de la compréhension de textes et sur les fonctions cognitives qui pouvaient avoir un impact sur la compréhension de textes.

Les résultats ont montré que les textes mis au point dans l'étude 1 permettaient de mettre en évidence des faiblesses ou des déficits dans le traitement de certains niveaux de représentation des individus cérébrolésés gauches ayant participé à ces études. Ces déficits ou ces faiblesses ont été révélés de façon prononcée à la lecture de certains types de textes mais sont passés inaperçus à la lecture d'autres types de textes. En effet, ces participants présentaient des profils de compréhension différents suivant les types de textes qui leur étaient présentés. Ces constatations semblent confirmer le fait que leur problème de compréhension peut être relié à la charge sémantique des textes ou à la nécessité de faire une mise à jour du modèle de situation. Ainsi les plaintes de compréhension de textes émises par les participants ont pu être objectivées. Alors que les plaintes semblaient identiques se traduisant par une formulation unique (« Ça n'est plus comme avant : je suis souvent obligé de relire plusieurs fois pour comprendre »), les épreuves construites dans l'étude 1 ont pu montrer que cette plainte prenait son origine à différents niveaux de représentation suivant les participants.

Les caractéristiques des textes présentés aux participants semblent liées à la nécessité de mobiliser certaines ressources cognitives pour pouvoir les traiter en compréhension (cette observation avait déjà été faite dans l'étude 2). En effet, l'analyse des profils cognitifs de ces participants nous a conduit à différents résultats. Tous les participants cérébrolésés de ces études présentaient une baisse de la mémoire à court terme et cinq d'entre eux un déficit dans les fonctions d'inhibition. Il n'est cependant pas possible de conclure quant à l'influence

prédominante que pourrait avoir l'une ou l'autre de ces composantes cognitives sur la compréhension de textes. En effet chacun de ces participants présentait en plus un ou plusieurs autres déficits de mémoire ou déficit dans les fonctions exécutives (mesurées par le TMT). L'ensemble de ces déficits définissait un profil cognitif particulier qui était probablement à l'origine des difficultés spécifiques de compréhension révélées dans la première partie de l'étude. Ainsi chacun de ces participants présentait une plainte de compréhension pour des raisons différentes, particulières à chacun. Malheureusement, une limite importante de cette étude tient au petit nombre de participants qui ne permet pas d'accéder à une étude statistique et rend une généralisation impossible.

L'article 4 « *Text Comprehension and Eye Movements after Aphasia Recovery* » rapporte les analyses du mouvement des yeux de quatre des six participants cérébrolésés gauches inclus au début de l'étude. Deux participants ont été exclus car ils portaient des lunettes qui gênaient la calibration du *Eyetracker*.

Nous avons décidé dans cet article de ne pas rapporter les résultats correspondant à l'analyse de tous les textes. En effet, l'analyse du mouvement des yeux ayant mis en évidence des résultats très différents de ceux obtenus par les groupes contrôles quels que soient les textes, il devenait possible d'en sélectionner seulement deux. Nous avons choisi deux textes de structure identique mais de charge sémantique différente qui correspondait dans l'étude 2 aux textes nommés : MICRO/MS et MICRO-/MS. Ce choix a été motivé par la volonté de centrer l'article sur l'analyse du mouvement des yeux et non sur la construction des textes ni même sur l'évaluation de la compréhension.

Les résultats ont montré que 3 des 4 participants présentaient des résultats très différents des groupes contrôles pour chacun des textes (augmentation du nombre de fixations, du temps de fixation et du nombre de régressions) avec une différence majorée pour le texte le plus long. Le quatrième participant ne présentait des différences avec son groupe contrôle que pour le texte le plus long. Ces différences entre les deux textes sont très importantes pour appuyer la thèse selon laquelle les mouvements des yeux ne dépendent pas seulement d'une

fonction oculomotrice, mais sont également dépendants de variables textuelles (Rayner, Sereno, & Raney, 1996). Si les mouvements des yeux dépendaient uniquement de la fonction oculomotrice la différence observée entre les participants cérébrolésés et leur groupe contrôle aurait été la même, quel que soit le texte lu. Les participants cérébrolésés ont ralenti leur lecture en augmentant le nombre de fixations, le temps de fixation et le nombre de retour en arrière. Ces résultats pourraient indiquer la mise en place de stratégies de compensation liées à la limite des ressources cognitives nécessaires au traitement de la compréhension de textes.

Ces stratégies sont apparues plus ou moins efficaces. En effet, le plus long texte a été bien compris par trois des participants alors que le texte le plus court n'a été bien compris que par un seul d'entre eux. Il est possible qu'ils n'aient pas utilisé les mêmes stratégies pour les deux textes (leur ralentissement de la lecture était moins important pour le texte court que pour le texte long).

L'analyse du mouvement des yeux a permis de confirmer le fait que ces participants malgré la récupération de leur aphasie n'avaient pas retrouvé une lecture normale. L'analyse du mouvement des yeux a permis d'objectiver leur plainte notamment lorsque la compréhension de textes apparaissait préservée.

1.4. Stratégies d'adaptation et compréhension de textes

Lorsque nous avons commencé cette thèse nous pensions pouvoir mettre en lien un ou des déficits cognitifs spécifiques avec les résultats issus de l'analyse du mouvement des yeux. Nous avons émis l'hypothèse qu'une baisse de la mémoire de travail verbale pourrait être à l'origine d'un ralentissement de la lecture et particulièrement de l'augmentation du nombre de fixations et de régression. Cette hypothèse n'a été confirmée ni dans la seconde étude ni dans la dernière étude. La mémoire de travail verbale des personnes âgées était significativement plus basse que celle des participants jeunes, pourtant aucune différence significative entre personnes jeunes et âgées n'a été mise en évidence dans les mouvements des yeux. Par ailleurs, tous les participants cérébrolésés sélectionnés pour cette étude ne

présentaient pas de déficit en mémoire de travail verbale. Leurs profils cognitifs étaient différents, leur seul trait commun étant un déficit en mémoire à court terme. Il est possible qu'un lien entre cette composante cognitive et les mouvements des yeux puisse être établi. Cependant le ralentissement de la lecture associé à l'augmentation du nombre de fixations et de régression pourrait aussi provenir du changement brutal dans la mobilisation des ressources multiples nécessaires au traitement de la compréhension de textes, occasionné par la survenue d'une lésion cérébrale. Le ralentissement de la lecture correspondrait à la mise en place de stratégies de compensation lesquelles selon les définitions données par (Bäckman, & Dixon, 1992) se traduiraient par un investissement de plus de temps et plus d'efforts. La mise en place de ces stratégies de compensation ne serait pas obligatoirement liée à un déficit cognitif unique mais plutôt à l'ensemble des déficits qui sous-tendent des difficultés en compréhension de textes.

On peut alors s'interroger sur le fait qu'aucune stratégie d'adaptation n'ait été mise en évidence chez les personnes âgées alors que le vieillissement conduit à des changements cognitifs et à des changements en compréhension de textes (identifiés dans l'étude 2). Contrairement aux changements occasionnés par la survenue d'une lésion cérébrale qui sont d'apparition soudaine et brutale, les changements dus à un vieillissement normal sont très progressifs et sont intégrés à une évolution normale. Cette différence majeure dans le mode d'apparition des déficits pourrait rendre compte d'une première explication à cette absence apparente de stratégies de compensation. Une seconde explication pourrait tenir à la nécessité d'atteindre un seuil minimal de déficits cognitifs pour que des stratégies de compensation soient mises en place. Ce seuil ne serait pas atteint au cours d'un vieillissement normal. Une dernière explication rejoint une limite de notre étude déjà mentionnée ci-dessus, l'hétérogénéité des profils de lecture observée dans notre population a pu masquer une différence dans les mouvements des yeux entre jeunes et âgés.

Ces quatre études ont permis de décrire les conséquences du vieillissement

et de la survenue d'une lésion cérébrale gauche sur le traitement de la compréhension de textes.

2. Apports théoriques et cliniques

2.1. Implications théoriques pour le vieillissement normal

L'évaluation des niveaux de représentation de la compréhension de textes chez les personnes âgées dans le cadre d'un modèle cognitif de compréhension de discours (Kintsch, 1988) a permis d'identifier certaines faiblesses dans le traitement de leur compréhension. Cependant ces faiblesses n'apparaissent pas à la lecture de tous les textes, elles sont dépendantes des caractéristiques des textes et notamment de la charge sémantique des textes. Un trouble de la compréhension de textes ne peut pas être attribué de façon exhaustive au vieillissement cognitif, en revanche la compréhension chez les personnes âgées est liée aux exigences cognitives du texte. Les variations observées dans le traitement de la compréhension en fonction des caractéristiques des textes apportent un nouvel éclairage aux discussions concernant l'existence de déficits en compréhension de textes écrits chez l'adulte âgé (Kemper, & Mitzner, 2001 ; Radvansky, 1999; Tun, 1989; Waters, & Caplan, 2001).

Les comparaisons de moyennes obtenues aux différents tests neuropsychologiques ont montré que les résultats des participants âgés étaient significativement inférieurs à ceux des participants jeunes à toutes les épreuves neuropsychologiques incluant l'épreuve mise au point pour les fins de l'étude afin de tester « la mémoire de travail à long terme ». Ce type de mémoire pourrait ainsi être sensible aux effets du vieillissement. De plus, l'analyse des profils neuropsychologiques des participants âgés rassemblés par l'analyse en grappe dans le groupe qui lisait le plus lentement et rappelait le moins bien la microstructure a montré qu'ils présentaient des résultats en mémoire de travail à long terme significativement moins bon que les autres participants. La mémoire de travail à long terme permettrait d'assurer la cohérence globale du texte (Ericsson et Kintsch, 1995).

Jusqu'à présent cette mémoire particulière n'avait pas été étudiée chez des personnes âgées, il serait intéressant de poursuivre les recherches dans ce sens afin de s'assurer de sa réalité psychologique.

2.2. Implications sociales

Le vieillissement de la population occidentale a donné lieu à une prolifération de travaux traitant de toutes sortes de questions ayant trait au vieillissement. Le passage du laboratoire à une application dans la vie quotidienne de nos aînés devrait demeurer l'objectif ultime de la recherche.

La compréhension d'un texte et plus généralement la compréhension de discours sont intégrés à notre quotidien. Il est important de s'assurer qu'un texte est entièrement compris et que le lecteur pourra retenir et bénéficier de toute l'information qu'il véhicule. Ainsi certains textes pourraient être adaptés aux personnes âgées de façon à ce que leur compréhension en soit optimale. Les textes ne devront comprendre ni trop de détails (la microstructure ne devra pas être surchargée) ni trop peu de détails (la microstructure ne devra pas être trop allégée), une redondance est nécessaire pour une meilleure compréhension et une meilleure rétention. Certains auteurs avaient déjà observé ce phénomène dans des populations aphasiques (Huber, 1990; Ulatowska, Allard, & Chapman, 1990). Cette adaptation des textes à une partie du lectorat rentrerait dans le cadre de la prévention.

Parallèlement, la mise en place d'ateliers de lecture pourrait être proposée dans les résidences de personnes âgées afin de limiter ou de retarder l'installation des faiblesses inhérentes au vieillissement dans le traitement de la compréhension de textes. Des entraînements cognitifs proposés aux personnes âgées ont déjà montré leur efficacité (Lemaire, & Bherer, 2005), la lecture pourrait bénéficier de ces mêmes potentiels de plasticité cognitive.

2.3. Implications holistiques et taxonomiques

La compréhension d'un texte requiert un ensemble de processus complexes qui font appel à la fois à ce qui est communément placé sous l'égide du langage allant de la morphophonologie à la syntaxe en passant par la sémantique mais aussi à des processus non-linguistiques qui englobent les fonctions mnésiques et les fonctions exécutives. Où s'arrête le langage, où commence la communication et finalement qu'est ce que l'aphasie? Un trouble de compréhension de textes est-il un trouble de langage ou un trouble de communication? Tout au long de cette thèse nous nous sommes intéressés à des participants ayant récupérés de leur aphasie, mais qui présentaient encore des difficultés de compréhension de textes et donc des difficultés de communication.

Des patients cérébrolésés droits ou gauches peuvent présenter des troubles pragmatiques qui entraînent des troubles de la communication fonctionnelle. Aussi, certains auteurs ont proposé que la pragmatique ne soit plus abordée comme une composante de communication indépendante du langage mais plutôt comme une composante du langage (Joanette, & Ansaldo, 1999). Ce changement taxonomique permettait alors une modification de la définition de l'aphasie qui pouvait ainsi englober des troubles pragmatiques.

Quelle est la place du discours dans le langage? De la même façon que les troubles pragmatiques, les difficultés de production ou de compréhension de discours entraînent des troubles de la communication fonctionnelle. La place du discours est certes moins ambiguë que ne l'était la place de la pragmatique dans le langage. En effet, le discours a un statut linguistique donc il ne s'agit pas de l'intégrer au langage. Cependant, l'évaluation du langage se limite la plupart du temps à l'évaluation des niveaux phonologiques, morphologiques, sémantiques et syntaxiques. Ainsi est-on témoin d'un glissement de l'utilisation du terme « aphasie » qui correspond le plus souvent à un trouble identifié par l'évaluation des niveaux les plus élémentaires du langage. Le niveau discursif devrait occuper dans cette évaluation une place de même importance que les autres niveaux. La définition de l'aphasie ne doit pas omettre de prendre en compte les troubles du

discours (production et compréhension). Les bilans d'aphasie devraient intégrer une évaluation approfondie de production et compréhension de discours ce qui permettrait enfin à des individus présentant des difficultés discursives de voir leurs troubles objectivés et pris en charge.

La littérature fait de plus en plus état de l'atteinte des fonctions attentionnelles, exécutives ou mnésiques après la survenue d'une lésion cérébrale gauche et de façon concomitante à l'installation d'une aphasie (Fridriksson, Nettles, Davis, Morrow, & Montgomery, 2006; Helm-Estabrooks, 2002; Ramsberger, 2005). Les profils neuropsychologiques accompagnant les troubles de la compréhension de textes des participants cérébrolésés de notre étude s'inscrivaient effectivement dans cette veine et leurs plaintes à propos de difficultés de compréhension de textes n'étaient que l'expression de surface d'autres déficits cognitifs sous-jacents.

L'évaluation de troubles du discours rend nécessaire une évaluation cognitive globale linguistique et non-linguistique afin d'éliminer le risque de laisser repartir les patients avec des plaintes non objectivées.

2.4. Implications cliniques

L'étude de la compréhension de textes dans le cadre d'un modèle théorique de compréhension de discours nous a conduit à construire des textes de charges sémantiques différentes afin d'évaluer différents niveaux de représentation de la compréhension. Chacun de ces textes a permis de mettre en évidence des faiblesses ou des déficits. La compréhension est donc dépendante des caractéristiques des textes. Il paraît maintenant inconcevable d'évaluer la compréhension de textes en prenant pour support un ou plusieurs textes de structure identique.

Par ailleurs la construction de la compréhension se réalise à plusieurs niveaux; il est donc nécessaire d'évaluer chacun d'entre eux. Dans un second temps, il est aussi indispensable d'évaluer le fonctionnement de composantes cognitives non-linguistiques dont le déficit peut être à l'origine des difficultés en

compréhension de textes. Nous n'avons pas pu établir de profil cognitif type qui puisse rendre compte de difficultés de compréhension mais l'association de différents déficits cognitifs peut engendrer différents profils de compréhension.

La prise en charge en rééducation d'un patient présentant des difficultés de compréhension de textes fera suite à son évaluation. La rééducation sera décidée en fonction de son profil établi pendant son évaluation.

3. Conclusions et directions futures

Analyser la compréhension de textes dans le cadre d'un modèle cognitif de discours nous a permis de mieux cerner les difficultés qui pouvaient apparaître à la lecture d'un texte narratif, au cours du vieillissement ou à la suite d'une lésion cérébrale gauche.

L'utilisation de différents textes autorisant l'évaluation des niveaux de représentation de la compréhension de textes a révélé l'importance du lien existant entre les caractéristiques des textes (particulièrement leurs exigences cognitives) et le traitement de certains niveaux de la compréhension. Chez les individus cérébrolésés différents profils neuropsychologiques ont été mis en évidence conduisant à différents profils de compréhension. Cette observation souligne la nécessité de considérer le fonctionnement cognitif dans son ensemble, particulièrement lorsque l'on examine des activités cognitives complexes.

L'étude du mouvement des yeux menée simultanément à la lecture des textes a révélé des profils équivalents chez les adultes jeunes et chez les adultes âgés. Ces données suggèrent qu'il n'y a pas de modification, au cours du vieillissement normal dans les stratégies de lecture. En revanche, les participants cérébrolésés mettent en place des stratégies de compensation leur permettant d'améliorer leur compréhension et parfois même d'accéder à la compréhension normale de certains textes. Ces stratégies se traduisent par un ralentissement de leur lecture, avec augmentation du nombre de fixations, augmentation du temps de fixation et augmentation du nombre de retour en arrière dans le texte.

Afin de pouvoir utiliser en clinique les textes mis au point dans l'étude 1, il sera indispensable de les normaliser auprès de populations jeunes et âgées diversement scolarisées. De plus, la construction d'une seconde série de textes équivalente en tous points à la série déjà élaborée permettrait de proposer un test/retest au lecteur évalué pour sa compréhension. La condition test/retest est suggérée pour se préserver d'interprétation abusive qui pourrait correspondre à un état passager du lecteur plutôt qu'à un réel déficit.

Les études rapportées dans cette thèse ont concerné essentiellement l'évaluation de la compréhension de textes. D'autres travaux pourraient porter sur l'entraînement cognitif de personnes âgées afin d'améliorer leur performance en compréhension quelles que soient les caractéristiques des textes. Cet entraînement porterait principalement sur les fonctions cognitives en lien avec la compréhension de textes. Une étude en imagerie optique, proposée avant et après l'entraînement, soulignerait l'association entre plasticité cognitive et plasticité cérébrale.

D'autres travaux pourraient aussi porter sur l'entraînement cognitif de personnes cérébrolésées présentant des plaintes de compréhension de textes en contrôlant les mouvements de leurs yeux avant et après entraînement de façon à voir si une normalisation du mouvement de leurs yeux est possible. Des stratégies d'adaptation mise en place à l'apparition de difficultés de compréhension disparaissent-elles avec l'aplanissement de ces difficultés ?

Nous avons tout au long de cette thèse exploré les difficultés que pouvaient présenter la compréhension d'un certain type de texte narratif. Il serait intéressant dans un objectif de prévention de poursuivre cette étude avec d'autres types de textes (textes présentatifs, textes procéduraux) afin d'être capable de les adapter à la compréhension des personnes âgées.

Bibliographie

- Bäckman, L., & Dixon, R. A. (1992). Psychological compensation: A theoretical framework. *Psychological Bulletin*, 259-283.
- Baltes, P. B., & Baltes, M. M. (1990). *Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation*. New York: Cambridge University Press.
- Brébion, G. (2003). Working Memory, Language Comprehension, and Aging: Four Experiments to Understand the Deficit. *Exp Aging Res*, 29, 269-301.
- Butcher, K. R., & Kintsch, W. (2003). Text comprehension and discourse processing. In A. F. & R. W. Proctor (Eds.), *Handbook of psychology: Experimental psychology* (Vol. 4, pp. 575-595). Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons, Inc.
- Caplan, D., & Waters, G. S. . (1999). Verbal working memory and Sentence comprehension. *Behavioral & Brain Sciences*, 22, 77-126.
- Caplan, D., & Evans, K. L. (1990). The effect of syntactic structure on discourse comprehension in patients with parsing impairments. *Brain and Language*, 39, 206-234.
- Caspari, I., Parkinson, S. R., LaPointe, L. L., & Katz, R. C. (1998). Working memory and aphasia. *Brain and Cognition*, 37, 205-223.
- Coirier, P., Gaonac', H. D., & Passerault, J.-M. (1996). *Psycholinguistique Textuelle*. Paris: Masson.
- Cook, A. E., Halleran, J.G.,and O'Brien, E.J. (1998). What is readlily availeduring reading? A memory-based view of text processing. *Discourse Processes*, 26, 109-129.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-456.

- DeDe, G., Caplan, D., Kemtes, K., & Waters, G. (2004). The Relationship Between Age, Verbal Working Memory, and Language Comprehension. *Psychology and Aging, 19*, 601-616.
- Dixon, R. A., de Frias, C. M., & Backman, L. (2001). Characteristics of self-reported memory compensation in older adults. *J Clin Exp Neuropsychol, 23*, 650-661.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory [Review]. *Psychological Review, 102*, 211-245.
- Ferstl, E. C. (2006). Text Comprehension in Middle Aged Adults: Is There Anything Wrong. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 13*, 62-85.
- Ferstl, E. C., Walther, K., Guthke, T., & Von Cramon, D. Y. (2005). Assessment of Story Comprehension Deficits After Brain Damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 27*, 367-384.
- Frederiksen, C. H., Bracewell, R. J., Breuleux, A., & Renaud, A. (1990). The cognitive representation and processing of discourse: Function and dysfunction. In Y. Joannette & H. H. Brownell (Eds.), *Discourse ability and brain damage: Theoretical and empirical perspectives*. New York: Springer-Verlag.
- Fridriksson, J., Nettles, C., Davis, M., Morrow, L., & Montgomery, A. (2006). Functional communication and executive function in aphasia. *Clinical Linguistics and Phonetics, 20*, 401-410.
- Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review, 101*, 371-395.
- Haberlandt, K. (1994). Methods in reading research. In M. Ann (Ed.), *Handbook of Psycholinguistics* (pp. 1-31). Gernbacher.
- Helm-Estabrooks, N. (2002). Cognition and aphasia: a discussion and a study. *Journal of Communication Disorders, 35*, 171-186.
- Hough, M. S. (1990). Narrative comprehension in adults with right and left hemisphere brain damage: Theme organization. *Brain and Language, 38*, 253-277.

- Huber, W. (1990). Text comprehension and production in aphasia: Analysis in terms of micro- and macroprocessing. In Y. Joanette & H. Brownell (Eds.), *Discourse ability and brain damage*. New York: Springer Verlag.
- Huber, W., Luer, G., & Lass, U. (1988). Eye movement behavior in aphasia. In C. W. Johnston & J. F. Pirozzolo (Eds.), *Neuropsychology of eye movements* (pp. 201-233). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hupet, M., & Van Der Linden, M. (1994). L'étude du vieillissement cognitif: Aspects théoriques et méthodologiques. In M. Van Der Linden & M. Hupet (Eds.), *Le vieillissement cognitif* (pp. 9-35). Paris: Presses Universitaires de France.
- Jackson, J. D., & Kemper, S. (1993). Age differences in summarizing descriptive and procedural texts. *Experimental Aging Research*, 19, 39-51.
- Joanette, Y., & Ansaldo, A. I. (1999). Clinical Note: Acquired Pragmatic Impairments and Aphasia. *Brain and Language*, 68, 529-534.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A Theory of reading: From Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review*, 87, 329-354.
- Keil, K., & Kaszniak, A. W. (2002). Examining executive function in individuals with brain injury: A review. *Aphasiology*, 16, 305-335.
- Kemper, S., & McDowd, J. M. (2006). Eye Movements of Young and Older Adults While Reading With Distraction. *Psychology and Aging*, 21, 32-39.
- Kemper, S., & Mitzner, T. L. (2001). *Language production and comprehension*. (5th ed.). University of California Center of aging.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 9, 163-182.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension a paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1975). Comment on se rappelle et on résume des histoires. *Language*, 4, 98-116.

- Lemaire, P., & Bherer, L. (2005). Entraînement cognitif et vieillissement cognitif. In *Psychologie du vieillissement. Une perspective cognitive* (pp. 317-357). Bruxelles: de Boeck & Larcier
- Lojek-Osiejuk, E. (1996). Knowledge of Script Reflected in Discourse of Aphasics and Right-Brain-Damaged Patients. *Brain and Language*, 53, 58-80.
- Mandler, J., & Johnson, N. S. (1977). Remembrance of things parsed: Story structure and recall. *Cognitive Psychology*, 9, 111-151.
- Meyer, B. J., & Rice, G. E. (1981). Information recalled from prose by young, middle, and old adult readers. *Exp Aging Res*, 7, 253-268.
- Myers, J. L., & O'Brien, E. J. (1998). Accessing the discourse representation during reading. *Discourse Processes*, 26, 131-157.
- Nicholas, L. E., & Brookshire, R. H. (1995). Comprehension of spoken narrative discourse by adults with aphasia, right-hemisphere brain damage, or traumatic brain injury. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 4, 69-81.
- Persad, C. C., Abeles, N., Zacks, R. T., & Denburg, N. L. (2002). Inhibitory changes after age 60 and their relationship to measures of attention and memory. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 57, 223-232.
- Propp, V. (1928). *Morphology of the folktale*. Philadelphia: American Folktale Society.
- Purdy, M. (2002). Executive function ability in persons with aphasia. *Aphasiology*, 16, 549-557.
- Radvansky, G. A. (1999). Aging, memory, and comprehension. *Current Directions in Psychological Science*, 8, 49-53.
- Radvansky, G. A., Gerard, L. D., Zacks, R. T., & Hasher, L. (1990). Younger and older adults use of mental models as representation for texts materials. *Psychology and Aging*, 5, 209-214.
- Radvansky, G. A., Zwann, R. A., Curiel, J. M., & Copeland, D. E. (2001). Situation models and aging. *Psychology and Aging*, 16, 145-160.

- Ramsberger, G. (2005). Achieving conversational success in aphasia by focusing on non-linguistic cognitive skills: A potentially promising new approach. *Aphasiology*, 19, 1066-1073.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
- Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye Movements as Reflections of Comprehension Processes in Reading. *Scientific Studies of Reading*, 10, 241-255.
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C., & Pollatsek, A. (2006). The Effect of Word Frequency, Word Predictability, and Font Difficulty on the Eye Movements of Young and Older Readers. *Psychology and Aging*, 21, 448-465.
- Rayner, K., Sereno, S. C., & Raney, G. E. (1996). Eye Movement Control in Reading: A Comparison of Two Types of Models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1188-1200.
- Rizzella, M. L., O'Brien, E.J. (2002). Retrieval of concepts in script-based texts and narratives: the influence of general World Knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 780-790.
- Salthouse, T. A. (1993). Speed and knowledge as determinants of adult age differences in verbal tasks. *J Gerontol*, 48, 29-36.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403-428.
- Sanford, A. J., & Garrod, S. C. (1998). The role of scenario mapping in text comprehension. *Discourse Processes*, 26, 159-190.
- Schank, R., & Abelson, R. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding*. Hillsdale: Erlbaum.
- Soederberg- Miller, L. M., & Stine-Morrow, E. (1998). Aging and the effects of knowledge on online reading strategies. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 53B, 223-233.

- Solan, H. A., Feldman, J., & Tujak, L. (1995). Developing visual and reading efficiency in older adults. *Optom Vis Sci*, 72, 139-145.
- Stemmer, B., & Joanette, Y. (1998). The interpretation of narrative discourse of brain-damaged individuals within the framework of a multi-level discourse model. In M. Beeman & C. Chiarello (Eds.), *Right hemisphere language comprehension: Perspectives from cognitive neuroscience* (pp. 329-348). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stine, E. A. L., & Wingfield, A. (1990). How much do working memory deficits contribute to age differences in discourse memory ? *European Journal of Cognitive Psychology*, 2, 289-304.
- Tun, P. A. (1989). Age differences in processing expository and narrative text. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 44, 9-15.
- Ulatowska, H. K., Allard, L., & Chapman, S. B. (1990). *Narrative and procedural discourse in aphasia*. Springer-Verlag New York Inc.
- Van der Linden, M., Hupet, M., Feyereisen, P., Schelstraete, M.-A., Bestgen, Y., Bruyer, R., *et al.* (1999). Cognitive mediators of age-related differences in language comprehension and verbal memory performance. *Aging Neuropsychology and Cognition* 6, 32-55.
- Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Vauras, M., Hyönä, J., & Niemi, P. (1992). Comprehending coherent and incoherent texts: evidence from eye movement patterns and recall performance. *Journal of Research in Reading*, 15, 39-54.
- Waters, G. S., & Caplan, D. (2001). Age, working memory, and *on-line* syntactic processing in sentence comprehension. *Psychol Aging*, 16, 128-144.
- Wingfield, A., Stine, E. A. L., Lahar, C. J., & Aberdeen, J. S. (1988). Does the capacity of working memory change with age? *Exp Aging Res*, 14, 103-107.
- Zacks, R. T., Radvansky, G., & Hasher, L. (1996). Studies of directed forgetting in older adults. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 22, 143-156.

Annexe

Textes et Questionnaires

Série Micro+/MS Texte « Avion »

Laura sentit l'avion s'élever rapidement. C'était une magnifique journée ensoleillée, un vent léger finissait de disperser la brume qui couvrait la ville plus tôt en matinée. Le pilote annonça que l'avion se dirigeait vers le nord-ouest pour contourner ensuite l'Angleterre en direction du Groenland. De là, il ne restait que quelques heures pour atteindre sa destination : New York.

Puis un bruit terrifiant ressemblant à une explosion retentit. Stupéfaite, Laura regarda à travers le hublot. Elle pouvait entendre la pluie s'abattre sur la fenêtre et voir les arbres plier sous la force du vent. Le porteur de feu semblait s'être emparé de l'engin. Elle sentit l'avion chuter à une vitesse incroyable. Quelques passagers criaient et d'autres avaient été projetés dans l'allée centrale.

La peur frappant et ignorant ce qui se passait, Laura tenta désespérément de se lever. Mais c'était trop tard. Des parties du toit s'étaient effondrées : elle se sentait suffoquer. Soudainement son corps baignait dans l'eau glacée. Quelqu'un criait et tentait de la tirer des eaux. Laura luttait pour reprendre conscience. Elle savait que si elle voulait survivre, elle devait comprendre ce qui se passait.

« Réveille-toi, réveille-toi », lui criait son mari, « tu rêvais ». Le mari de Laura l'appela de l'extérieur de la tente : « Nous ne passerons pas la nuit avec cette tempête ». En la tirant par le bras, il hurlait : « La tente s'est affaissée et l'eau pénètre à l'intérieur. Nous devons nous dépêcher car le vent nous emporte vers la falaise. »

Questionnaire correspondant au texte « Avion » Série Micro+/MS

I. Évaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Évaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 3 où l'on donnera 2 points et 8 où l'on donnera 2 points.**

1. Quelle était la météo au moment du départ de l'avion ?
2. Quelle était la météo plus tôt dans la matinée ?
3. Quel trajet devait suivre l'avion ?
4. Vers quel pays l'avion devait-il se diriger après l'Angleterre ?
5. Quelle est la destination finale de ce voyage ?
6. Quelle sorte de bruit a retenti dans l'appareil ?
7. Quel temps faisait-il quand Laura a regardé à travers le hublot ?
8. À la suite du (gros) bruit, qu'est-ce qui a montré que l'avion avait un problème ?
9. Comment les passagers ont-ils réagi ?
10. Qu'est-il arrivé à certains passagers ?
11. Laura n'a pas réussi à se lever, pourquoi ?
12. Où se trouvait le corps de Laura, spécifiez ?
13. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper d'elle ?
14. D'où appelait son mari ?
15. Que lui disait son mari ? (Pendant ce temps, que faisait Laura ?)
16. Quelle était la météo ?
17. Que s'était-il passé dans la réalité ? (Qu'est-il arrivé à la tente ?)
18. Pourquoi devaient-ils se dépêcher ?

Total des points : 20

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation

Où est le mari de Laura lorsqu'il lui parle ?

Ne pas utiliser sans autorisation de l'auteur

Série Micro+/MS Texte « Auto »

Martin sentit l'auto prendre de la vitesse. Il faisait un temps splendide, une petite brise allait finir de dégager le ciel qui s'était légèrement couvert dans la journée. Sa voisine, qui connaissait le chemin, annonça qu'il faudrait contourner la ville puis se diriger vers l'est de la province pour enfin prendre la direction du sud. Alors, il ne resterait que peu de route à faire avant d'arriver sur leur lieu de vacances : Boston.

Tout à coup des vibrations secouèrent les passagers. Inquiet, Martin se concentra sur sa conduite. Il sentait le volant trembler sous ses mains et la direction se durcir. Peu à peu Martin semblait perdre le contrôle des commandes, les freins ne répondaient plus, non plus. La voiture quitta la route, heurta une pierre et se mit à faire des tonneaux. Les passagers hurlaient.

Cédant à la panique et ne comprenant pas ce qui arrivait, Martin essaya de bouger. Mais son corps ne répondait plus. L'espace autour de lui s'était restreint : il avait l'impression d'étouffer. Il avait des bouffées de chaleur. Quelqu'un lui parlait et lui caressait les mains. Martin luttait pour reprendre conscience. Il savait que s'il voulait vivre, il devait faire l'effort de revenir à la réalité.

« Tout va bien, l'anesthésie est terminée, réveille-toi », lui disait sa femme, « tu rêvais ». La femme de Martin était assise à côté de lui dans une chambre d'hôpital : « Tes amygdales ont été enlevées, ton opération s'est très bien passée, tu n'auras plus d'amygdalites ».

Questionnaire correspondant au texte « Auto » Série Micro+/MS

I. Évaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Évaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 2 où l'on donnera 3 points et 6 où l'on donnera 2 points.**

1. Quelle était la météo au moment du départ de l'auto?
2. Quel trajet devait suivre la voiture?
3. Qui indique le chemin à Martin?
4. Quelle est la destination finale de ce voyage?
5. Le voyage se passait bien. Qu'est-ce qui tout à coup a inquiété Martin ?
6. Quels autres signes la voiture a donnés montrant qu'il y avait un problème? (Détaillez pourquoi perd-t-il le contrôle?)
7. Comment s'est produit l'accident?
8. Que s'est-il passé? Cela fait la voiture?
9. Comment les passagers ont réagi?
10. Qu'est-ce que Martin a essayé de faire tout de suite après l'accident?
11. Pouvez-vous bouger? Pourquoi?
12. Pourquoi Martin se sentait-il étouffer?
13. Est-ce que quelqu'un avait l'air de s'occuper de lui?
14. Que devait faire Martin s'il voulait vivre?
15. Que lui disait sa femme?
16. Où étaient-ils finalement?
17. Que s'était-il passé en réalité?

Total des points : 20

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation

Où est l'épouse de Martin lorsqu'elle lui parle?

Ne pas utiliser sans autorisation de l'auteur

Série Micro+/MS Texte « Licenciement »

Pierre travaillait depuis quatre ans dans une compagnie d'exportation basée dans le sud de Manhattan. Malheureusement, depuis plusieurs mois, les contrats se faisaient rares et la compagnie mettait à pied trente pour cent de ses employés. Dans sa section, Pierre travaillait avec deux autres collègues, il était le dernier arrivé dans la société, il serait donc celui des trois qui partirait.

Quelques semaines plus tard, Pierre était en route pour un rendez-vous avec son banquier. La secrétaire le fit entrer immédiatement dans le bureau. « J'ai étudié votre situation financière », expliqua le directeur de la banque à Pierre. « Je réalise que c'est une grande surprise pour vous et que cet événement créera un impact majeur dans votre vie quotidienne. Que pensez-vous faire maintenant? »

« Pour dire la vérité », répliqua Pierre, « la nouvelle m'a stupéfié, je ne peux pas croire que cela m'arrive. Je n'ai encore rien décidé à propos de mon avenir. Cependant, je vais déjà me débarrasser de ma voiture et déménager ». Le directeur proposa alors à Pierre de ne pas prendre de décisions trop hâtives. Pierre avait encore une dizaine de jours pour définir quelles étaient ses priorités.

« Savais-tu que tu parlais en dormant ? » s'étonna la conjointe de Pierre. Ils étaient sur la route des vacances et Pierre profitant de sa position de passager s'était assoupi quelques minutes. « Je n'ai pas compris toutes tes paroles mais je suis certaine que tu as parlé de déménager » insista son épouse. Pierre se souvint alors de son cauchemar.

Questionnaire correspondant au texte « **Licenciement** » Série Micro+/MS

I. Évaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Évaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour la question 3 où l'on donnera 2 points et pour la question 11 où l'on donnera 2 points.**

1. Où travaillait Pierre?
2. Depuis combien de temps?
3. Où se trouvait la compagnie?
4. Dans quelles proportions les employés vont-ils être renvoyés?
5. Combien y avait-il d'employés dans la section de Pierre?
6. Pourquoi Pierre risquait-il de se faire licencié?
7. Avec qui Pierre a-t-il rendez-vous?
8. Le banquier a-t-il préparé son entretien avec Pierre?
9. Qu'a réalisé le banquier à propos de la situation de Pierre?
10. Quelles sont les décisions de Pierre pour le court terme?
11. Quelles sont les décisions de Pierre pour le long terme?
12. Combien de temps reste-t-il à Pierre avant de prendre une décision (pour le long terme, son avenir)?
13. Quel est ce qui a étonné la conjointe de Pierre ?
14. Où étaient ils tous les deux?
15. Qu'est il arrivé à Pierre?
16. Combien de temps a-t-il dormi ?
17. Qu'est ce qu'a compris la conjointe de Pierre dans ses paroles ?
18. De quoi Pierre s'est-il souvenu lorsque sa conjointe lui a rappelé ses paroles?

Total des points : 20

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation

Où est la conjointe de Pierre lorsqu'elle lui parle?

Ne pas utiliser sans autorisation de l'auteur

Série MICRO++ Texte « Avion »

Laura, belle et charmante jeune femme, profitait de quelques jours de vacances pour quitter Paris. Elle sentit l'avion s'élever très rapidement. C'était le 23 mai et il était 13h55. Elle était confortablement installée en première classe, un bon roman à portée de main. C'était une magnifique journée ensoleillée, pas un seul nuage n'assombrissait le ciel, un vent léger finissait de disperser la brume qui couvrait la ville plutôt en matinée. Le pilote, commandant chevronné travaillant depuis 17 ans dans une compagnie aérienne de renom, annonça que l'avion se dirigeait vers le nord-ouest pour contourner ensuite l'Angleterre en direction du Groenland. De là, il ne restait que quelques heures de délassément et de repos pour finalement atteindre la destination tant attendue et tellement méritée : New York.

Puis tout à coup un bruit terrifiant retentit. Ce bruit ressemblait à une forte explosion. Il réveilla toutes les angosées des passagers. Stupéfaite, Laura, qui pourtant était capable de rester maîtresse d'elle-même en tout temps, regarda à travers le hublot. Mue par un sentiment d'effroi, elle se pencha en avant. Elle pouvait clairement entendre la pluie s'abattre sur l'avion et voir de grands arbres plier sous la force d'un vent déchaîné. Horreur, le feu semblait s'être emparé de l'engin. Elle sentit l'avion bouger à une vitesse incroyable. Quelques passagers en proie à une grande panique hurlaient pendant que d'autres étaient violemment projetés dans l'allée centrale.

La peur frappant et ignorant ce qui se passait, Laura ne savait plus ce qu'elle devait faire ni quelles pouvaient être les consignes de sécurité. Elle défit sa ceinture et tenta désespérément de se lever. Mais c'était déjà trop tard. Elle apercevait des flammes à l'arrière de la carlingue et des parties du toit s'étaient effondrées, elle était coincée et elle se sentait suffoquer. Soudainement son corps baignait dans l'eau glacée. Elle avait dû perdre momentanément connaissance. Quelqu'un criait et tentait de la tirer des eaux. Laura luttait pour reprendre conscience. Elle savait que si elle voulait s'en sortir, elle devait comprendre ce qui se passait.

Questionnaire correspondant au texte « Avion » Série MICRO++

I. Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 11 où l'on donnera 3 points et 15 où l'on donnera 2 points.**

1. Quelle sorte de personne est Laura? (Comment pourrait-on la qualifier?)
2. Où habite-t-elle?
3. Quelle est la date de son voyage?
4. Pourquoi part-elle en voyage (travail, agrément)?
5. Comment était-elle installée dans l'avion?
6. Qu'avait-elle prévu de faire durant le vol?
7. Quelle était la météo au moment du départ de l'avion?
8. Quelle était la météo plus tôt dans la matinée?
9. Que pourrait-on dire du pilote de l'avion?
10. Depuis combien de temps travaillait-il dans la compagnie?
11. Quelle direction devait prendre l'avion?
12. Quelle est la destination finale?
13. Quelle sorte de bruit a retenti dans l'appareil? À quoi ressemblait ce bruit?
14. On aurait pu dire Laura de la météo en regardant à travers le hublot?
15. A la suite du (gros) bruit, qu'est-ce qui a montré que l'avion avait un problème? Que s'est-il passé ensuite avec l'avion?
16. Comment ont réagi les passagers?
17. Qu'est-il arrivé à certains des passagers?
18. Quels étaient au moment de la chute de l'avion les sentiments de Laura?

19. Y a-t-il eu des consignes de sécurité communiquées par le pilote?
20. Que fit Laura au moment de la chute de l'avion?
21. Que se passe-t-il dans l'avion au moment où Laura essaie de se lever?
22. Laura réussit-elle à se lever?
23. Pourquoi, sachant qu'elle a réussi à défaire sa ceinture?
24. Où se retrouve le corps de Laura après l'accident?
25. Dans quel état est-elle? (Est-elle en pleine forme ou bien a-t-elle été blessée?)
26. Est-ce que quelqu'un s'est occupé d'elle après la chute de l'avion? (Qu'est-ce qui vous l'indique?)
27. Pourquoi Laura luttait-elle pour reprendre conscience?

Total des points : 30

Série MICRO++ Texte « Auto »

Martin sentit avec joie l'auto prendre de la vitesse. Cette nouvelle voiture achetée depuis 13 jours répondait parfaitement bien aux sollicitations du chauffeur. Il faisait un temps splendide, idéal pour rouler, une petite brise allait finir de dégager le ciel qui s'était légèrement couvert dans la journée. C'était le 7 juillet 1990 en fin d'après-midi. Sa voisine, qui connaissait le chemin pour l'avoir fait régulièrement pendant une année, annonça qu'il faudrait contourner la ville par le nord pour éviter la circulation puis se diriger vers l'est de la province pour enfin prendre la direction du sud. Alors, il ne resterait que peu de route à faire avant d'arriver sur leur lieu de vacances bien mérité : Boston.

Tout à coup de surprenantes vibrations secouèrent violemment les passagers.

Inquiet de la drôle de réaction de son auto, Martin pensa tout d'abord à une mauvaise qualité de la route et il se concentra sur sa conduite. Il sentait le volant trembler sous ses mains et la direction se durcir. L'inquiétude du début se transforma progressivement en véritable affolement. Peu à peu Martin sembla perdre le contrôle des commandes, et les freins ne répondaient plus non plus. La voiture quitta la route, heurta une pierre et se mit à faire des tonneaux dans un bruit assourdissant. Les deux passagers maintenus par leur ceinture de sécurité se retrouvèrent la tête en bas, ils hurlaient.

Gédant la panique et ne comprenant pas ce qui arrivait, Martin essaya de bouger. Il avait peur que la voiture prenne feu. Il devait se détacher et sortir du véhicule, mais son corps ne répondait plus. Il éprouvait une étrange sensation : chacun de ses membres semblait peser une tonne. L'espace autour de lui s'était restreint, le toit de l'auto s'était peut-être enfoncé : il avait l'impression d'étouffer. Il avait des bouffées de chaleur. Quelqu'un lui parlait et lui caressait les mains. Qui était-ce? Et où était sa compagne de route? Martin luttait pour reprendre conscience. Il savait que s'il voulait vivre, il devait faire l'effort de revenir à la réalité.

Questionnaire correspondant au texte « Auto » Série MICRO++

I. Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 5 où l'on donnera 4 points et 7 où l'on donnera 3 points et 12 et 13 où l'on donnera 2 points.**

1. Quel était le sentiment de Martin, au début du voyage, quand l'auto a pris de la vitesse?
2. Depuis quand Martin avait-il acheté une nouvelle auto?
3. Semblait-elle en bon état au début du voyage?
4. Quelle était la météo au moment du départ?
5. Quelle était la date du départ et à quel était le moment de la journée?
6. Pour quelles raisons la voisine de Martin connaissait-elle le chemin?
7. Quel trajet devait suivre la voiture?
8. Quelle est la destination finale de ce voyage?
9. Qu'est-ce qui a inquiété Martin?
10. Quelles sont les premières pensées de Martin à propos de ces vibrations?
11. Que fait alors Martin?
12. Quels autres signes ont montré qu'il y avait un problème?
13. Martin maîtrisait-il la situation? Quel sentiment l'animait alors?
14. Comment s'est produit l'accident?
15. Que s'est-il passé, qu'a fait la voiture?
16. Comment se sont retrouvés les passagers et comment ont-ils réagi?
17. Qu'est-ce que Martin essayé de faire tout de suite après l'accident?
18. De quoi avait-il peur?
19. Pourquoi ne réussit-il pas à bouger?
20. Pourquoi Martin se sentait-il étouffer?

21. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper de lui?

22. Que devait faire Martin s'il voulait vivre?

Total des points : 30

Ne pas utiliser sans autorisation de l'auteur

Série MICRO++ Texte « Licenciement »

Pierre est un homme de 50 ans, sérieux et consciencieux mais peu enclin aux changements. Il travaillait depuis quatre ans dans une petite compagnie d'exportation basée dans le sud de Manhattan. Depuis plusieurs mois, la récession se faisait sentir et les contrats importants, ceux qui rapportaient de l'argent, se faisaient de plus en plus rares. Le président de la compagnie décida alors de réunir ses employés pour leur présenter la situation. La compagnie allait mettre à pied trente pour cent d'entre eux. Dans sa section, Pierre travaillait avec deux autres collègues, qui étaient dans la société depuis sept et dix ans. Il était donc le dernier arrivé, et serait ainsi celui des trois qui partirait.

Cinq semaines plus tard, Pierre, angoissé par l'avenir qui l'attendait, était en route pour un rendez-vous avec son banquier. Peut-être celui-ci l'aiderait-il à trouver une solution à court terme pour résoudre les problèmes qui s'annonçaient déjà en grande quantité. La secrétaire le fit tout de suite entrer dans le bureau. Pierre se sentait mal à l'aise. « J'ai étudié votre situation financière », expliqua le directeur de la banque à Pierre. « Je réalise que c'est une grande surprise pour vous et que cet événement malheureux créera un impact majeur dans votre vie quotidienne. Que pensez-vous faire maintenant, avez-vous commencé une recherche d'emploi ou bien voulez-vous établir un budget de vos dépenses à partir de vos économies ? »

« Pour dire la vérité », répliqua Pierre, « La nouvelle m'a stupéfié, je ne peux pas croire que cela m'arrive. J'ai commencé à étudier les offres d'emploi qui pourraient correspondre à mes qualifications, mais je n'ai encore rien décidé à propos de mon avenir. Cependant, je vais déjà me débarrasser de ma voiture et chercher un appartement plus petit ». Le directeur proposa alors à Pierre de ne pas prendre de décisions trop hâtives. Pierre avait encore une dizaine de jours pour définir quelles étaient ses priorités. Dès qu'il fut rentré à la maison, Pierre raconta à sa conjointe sa visite à la banque. Il semblait soulagé par l'attitude compréhensive du directeur.

Questionnaire correspondant au texte « **Licenciement** » Série MICRO++

I. Evaluation de la macrostructure: Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Evaluation de la microstructure: Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour les questions 2, 4, 11 et 22 où l'on donnera 2 points.**

1. Quel âge a Pierre?
2. Quel genre d'homme est-ce? (Comment pourrait-on le qualifier?)
3. Où travaille-t-il?
4. Où se situe la compagnie?
5. Depuis combien de temps travaille-t-il dans cette compagnie?
6. Que se passe-t-il depuis plusieurs mois?
7. Comment s'est-on rendu compte que c'était la récession?
7 bis: Quels contrats se faisaient plus rares?
8. Comment les employés ont-ils été mis au courant de la situation de la compagnie?
9. Quelle est la proportion d'employés qui allaient être renvoyés?
10. Combien d'employés travaillaient dans la même section que Pierre?
11. Depuis quand les collègues de Pierre étaient-ils dans la société?
11. Pourquoi Pierre sera-t-il celui qui sera renvoyé?
12. Quel sentiment avait Pierre en pensant à son avenir?
13. Avec qui avait-il rendez-vous?
14. Qu'espérait-il de ce rendez-vous?
15. Comment se sentait Pierre en entrant dans le bureau du banquier?
16. Qui fait entrer Pierre dans le bureau du banquier?
17. Le banquier a-t-il préparé son entrevue avec Pierre? (A-t-il étudié son dossier?)
18. Qu'a réalisé le banquier à propos de la situation de Pierre?

19. Quelles sont les 2 possibilités envisagées par le banquier?
20. Qu'est-ce que Pierre a commencé à faire?
21. Quelles sont les décisions qu'il a déjà prises?
22. Que propose le banquier à Pierre?
23. Combien de jours Pierre avait-il pour définir ses priorités?
24. Comment se sentait Pierre après le rendez-vous avec le banquier?
25. Pourquoi, grâce à quoi ?

Total des points : 30

Série Micro-/MS Texte « Avion »

Laura sentit l'avion s'élever. Le pilote indiqua le trajet qu'allait suivre l'avion. Il ne restait que quelques heures pour atteindre New York.

Puis un bruit terrifiant ressemblant à une explosion retentit. Le feu semblait s'être emparé de l'engin. L'avion perdit de l'altitude très rapidement. Des parties du toit s'étaient effondrées.

Laura voulut se lever mais c'était déjà trop tard, elle était coincée. Soudainement son corps baignait dans l'eau glacée. Quelqu'un criait et tentait de la tirer des eaux.

« Réveille-toi, réveille-toi », lui criait son mari, « tu rêves ». Le mari de Laura criait de l'extérieur de la tente : « nous ne passerons pas la nuit avec cette tempête ». Il la tirait par le bras en hurlant : « la tente s'est affaissée et l'eau pénètre à l'intérieur ».

Questionnaire correspondant au texte « Avion » Série Micro-/MS

I. Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour la question 4 où l'on donnera 2 points.**

1. Quelles informations le pilote donne-t-il au début du voyage?
2. Quelle est la destination finale de ce voyage?
3. Quelle sorte de bruit a retenti dans l'appareil?
4. À la suite de ce (gros) bruit, qu'est-ce qui a montré que l'avion avait un problème? Que s'est-il passé ensuite avec l'avion?
5. Qu'est-ce que Laura a voulu faire au moment de la chute de l'avion?
6. Laura n'a pas réussi à se lever, pourquoi?
7. Où se trouvait alors le corps de Laura, spécifiez? (Décrivez ce qui l'entoure.)
8. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper d'elle? (Qu'est-ce qui vous indique cela?)
9. D'où l'appela-t-on mari?
10. Que lui disait son mari? (Pendant ce temps, que faisait Laura?)
11. Qu'était-il arrivé (dans la réalité)? Qu'est-il arrivé à la tente?

Total des points: 12

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation :

Où est Laura en réalité ?

Que lui est-il arrivé ?

Série Micro-/MS Texte « Auto »

Martin conduisait l'auto et sa voisine lui indiquait la direction à suivre. Il ne restait que peu de route avant d'arriver sur leur lieu de vacances : Boston.

Tout à coup un bruit strident montra qu'il y avait un problème. Martin perdit le contrôle des commandes. La voiture quitta la route, et se mit à faire des tonneaux.

Martin voulut sortir du véhicule, mais son corps ne répondait plus. L'espace autour de lui semblait s'être restreint. Quelqu'un lui parlait et lui caressait les mains.

« Tout va bien, l'anesthésie est terminée, réveille-toi », lui disait sa femme, « tu rêvais ». La femme de Martin était assise à côté de lui dans une chambre d'hôpital et expliquait : « ton opération s'est très bien passée : tes amygdales ont été enlevées ».

Questionnaire correspondant au texte « Auto » Série Micro-MS

I. Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour la question 5 où l'on donnera 2 points.**

1. Qui indiquait le chemin à Martin pendant qu'il conduisait?
2. Quelle est la destination finale de ce voyage?
3. Quel a été le 1^{er} signe montrant qu'il y avait un problème avec la voiture?
Quelle sorte de bruit a retenti dans la voiture?
4. Comment le conducteur de l'auto a-t-il pu ensuite se rendre compte que quelque chose n'allait pas?
5. Comment s'est produit l'accident? (Qu'est-ce qui est arrivé avec l'auto?)
6. Qu'a essayé de faire Martin juste après l'accident?
7. Martin pouvait-il bouger? Pourquoi?
8. Est-ce que quelqu'un semblait s'occuper de lui? (Qu'est-ce qui vous l'indique?)
9. Que lui disait sa femme?
10. Où étaient-ils finalement?
11. Que s'était-il passé en réalité?

Total des points: 12

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation :

Où est l'épouse de Martin quand elle lui parle?

Où est Martin dans le texte?

Série Micro-/MS Texte « Licenciement »

Pierre travaillait dans une compagnie qui avait de moins en moins de contrats. Trente pour cent des employés allaient être licenciés. Embauché depuis peu, il ferait donc parti de ceux-là.

Quelque temps plus tard Pierre va chez son banquier. « J'ai étudié votre situation financière », expliqua celui-ci à Pierre, « Que pensez-vous faire maintenant? »

« Je n'ai encore rien décidé à propos de mon avenir. Je vais déjà me débarrasser de ma voiture et déménager » répliqua Pierre. Le directeur de la banque proposa alors à Pierre de ne pas prendre de décisions trop hâtives.

«Tu as parlé de déménager en dormant? » étonna la conjointe de Pierre. Ils étaient sur la route des vacances et Pierre, profitant de sa position de passager s'était assoupi. Pierre se souvint alors de son cauchemar.

Questionnaire correspondant au texte « **Licenciement** » Série Micro-/MS

I. Evaluation de la macrostructure : Résumez le texte en en rappelant les principaux points et en respectant la chronologie du texte.

II. Evaluation de la microstructure : Je vais vous poser des questions sur les détails du texte. **Attribuez un point à chaque réponse correcte sauf pour la question 1 et 5 où l'on donnera 2 points.**

1. Pierre travaille dans une compagnie. Qu'allait faire la compagnie, précisez?
2. Qu'allait-il arriver à Pierre?
3. Pourquoi?
4. Un peu plus tard, avec qui Pierre a-t-il rendez-vous?
5. Le banquier demande à Pierre ce qu'il pense faire. Quelles sont les décisions de Pierre pour le court terme?
6. Quelles sont les décisions de Pierre pour le long terme?
7. Que lui propose le banquier?
8. De quoi s'étonne la conjointe de Pierre ?
9. Où traient Pierre et sa conjointe?
10. Qu'est-il arrivé à Pierre?

Total des points : 12

III. Évaluation de la mise à jour du modèle de situation :

Où est Pierre en réalité ?

Que lui est-il arrivé ?